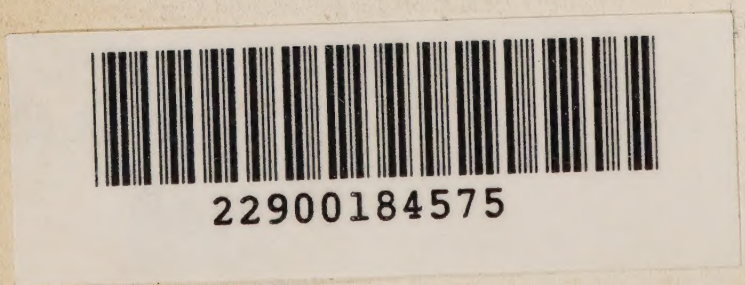
S
2495

Zeitschrift
Z 1530



Digitized by the Internet Archive
in 2020 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s2495id1379964

ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. **J. HENLE,**
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. **C. v. PFEUFER,**
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.

MED. KLIN. INSTITUT DER K. UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Dritte Reihe. XX. Band.

Mit zehn Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1863.

617311

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. Ser
W1
/113

Inhalt.

Seite

Ueber die Endigung der Muskelnerven. Zweiter Artikel. Von W. Krause. (Hierzu Tafel I. und II.) 1

Ueber den Pank'schen tubo-ovarialen Bandapparat und den Mechanismus der Einwanderung des Ovulum in den Fransentrichter. Von Dr. F. A. Kehrer in Giessen. (Hierzu Tafel III.) . . . 19

Ueber das Verhältniss der bei der Muskelthätigkeit auftretenden Wärmeproduction zu der geleisteten Arbeit. Von Inspector Dr. Meyerstein und Dr. L. Thiry, Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen. (Hierzu Tafel IV.) 45

Einige Gewichts- und Trocken-Bestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. Von E. Bischoff, Cand. med. in München. . 75

Zur Kenntniss des Baues gesunder und krankhaft veränderter Lymphdrüsen. Von Dr. Wilhelm Müller. (Hierzu Tafel V. u. VI.) 119

Ueber cavernöse Geschwülste. Von Dr. H. Hanssen. (Hierzu Tafel VII.) 155

Untersuchung der Retinazapfen und des Riechhautepithels bei einem Hingerichteten. Von Dr. H. Welcker in Halle. 173

Ueber eine allgemeine Terminologie der Windungen des grossen Gehirns beim Menschen. Von Rudolph Wagner. 183

Ueber den Zusammenhang der verzweigten Kanäle Henle's mit den gewundenen Schläuchen der Nierenrinde. Von Zawarykin und C. Ludwig. (Aus einer brieflichen Mittheilung des letztern an Henle.) 185

Die Lymphwurzeln in der Niere des Säugethieres. Eine vorläufige Mittheilung. Von C. Ludwig und Th. Zawarykin. . . . 199

Seite

Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren, sowie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser. Von Dr. W. Waldeyer, Assistenten am physiologischen Institut der Universität Königsberg in Pr. (Hierzu Tafel VIII—X.) 193

Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen bei Menschen und bei Thieren. Von Dr. H. Welcker in Halle. . 257

Ueber die Endigung der Muskelnerven.

Zweiter Artikel*).

Von

W. Krause.

(Hierzu Taf. I. und II.)

An der unteren Extremität besitzt die Katze einen Muskel, welcher kein Analogon beim Menschen hat. Vom lateralen Rande des Processus transversus des zweiten Schwanzwirbels entspringt sehnig ein parallelfasriger Muskel von ca. 14 Cm. Länge, 2—3 Mm. Breite und 0,5 Mm. Dicke. Man findet ihn leicht in einem Schnitt, welcher vom Trochanter major zum Condylus externus oss. femoris parallel dem Knochen senkrecht auf die Fläche des sogen. Biceps femoris geführt wird. Bald nach seinem Ursprunge liegt jener Muskel 1—2 Mm. hinter dem N. ischiadicus, von welchem er einen Zweig erhält. Dann steigt der Muskel schräg nach unten und hinten herab, hinter den Adductoren des Schenkels gelegen, hinten vom M. biceps bedeckt und verliert sich an der Crista tibiae mit einer sehnigen Ausbreitung in die Fascia cruris. Sein unteres Ende ist mit dem des Biceps verwachsen, jedoch durch eine dünne sehnige Membran abgesondert, so dass die Trennung mittelst der Scheere leicht ist. Von Strauss-Dürkheim**) wird der Muskel als zweiter Kopf des Biceps femoris (Renforci) aufgeführt; in der That ist derselbe jedoch, anatomisch betrachtet, ein selbstständiger Spannmuskel der Fascia cruris und soll im Folgenden als solcher bezeichnet werden.

---

*) Siehe diese Zeitschrift Bd. XVIII. 1863. p. 136.

**) Anatomie du Chat. Paris. 1845. Tom. II, p. 416. Pl. III. 103.

Was seine Wirkung im Uebrigen anlangt, so wird der Muskel, falls seine Ursprungsstelle fixirt ist, eine ausgiebige und ziemlich kräftige Beugung des Unterschenkels bewirken, weil derselbe in seiner ganzen Länge muskulös ist, und, da er sich fast in der Mitte der Länge des Unterschenkels inserirt, an einem vergleichsweise sehr langen Hebelarm wirkt. Die Besonderheit seines Vorkommens bei der Katze scheint aber mit der Organisation dieses Thieres für den Sprung im Zusammenhang zu stehen. Der Schwanz dient der Katze als Balancirstange; um den Schwerpunkt des ganzen Körpers weiter nach hinten zu verlegen, muss möglichst horizontale Haltung desselben beobachtet werden; beim Heben oder Senken rückt der Schwerpunkt nach vorn und oben resp. unten. Seitliche Beugungen führen den Schwerpunkt des Schwanzes und des ganzen Körpers nach derselben Seite. Da nun die Masse beider Unter- und Oberschenkel, welche hier in Betracht kommt, offenbar weit bedeutender ist als die des Schwanzes, da ferner durch die beträchtlichen Muskelmassen der untern Extremität die Insertionsstelle des Muskels leicht unbeweglich fixirt werden kann, wenn das Thier in der Luft schwebt, so wird unter diesen Umständen ein Zusammenwirken des linken und rechten Muskels den in der Medianlinie ausgestreckten Schwanz nach unten beugen u. s. w. War der Schwanz beim Beginn des Sprunges gehoben, so wird während desselben durch Contraction des Muskels bis zum Horizontalstellen des Schwanzes der Schwerpunkt nach hinten und unten geführt. War der Schwanz anfangs in Beziehung zur Lendenwirbelsäule geradlinig gestreckt, diese selbst aber in ihren ersten Wirbeln nach oben gekrümmt, oder stand das Vorderende der Katze überhaupt beim Beginn des Sprunges tiefer als das Hinterende, so tritt dieselbe Veränderung der Lage des Schwerpunktes ein, wie sich leicht durch geometrische Darstellung veranschaulichen lässt. Unter diesen gewiss häufig vorkommenden Umständen kann durch Contraction des Muskels bewirkt werden, dass die Hinterfüsse eher den Boden erreichen, als sie sonst gethan hätten: die Katze fällt auf alle vier Füsse, anstatt nur auf die vorderen. Wäre der Muskel nur kurz und mit einer langen Sehne versehen, wie sie den gewöhnlichen Spannmuskeln der Extremitätenfascien meistens zukommt, so würde die absolute Verminderung der Distanz beider Anheftungspunkte viel geringer ausfallen müssen. Für die Bedeutung des Muskels spricht endlich sein ganz constantes Vorkommen ohne alle Varietäten.

Wenn es bei der Katze einen Muskel geben sollte, dessen Fasern von sehr beträchtlicher Länge wären und mehr als nur

eine Endplatte erhielten, so müsste es wohl in diesem der Fall sein. Ferner schien die Aussicht vorhanden, dass an den Enden desselben sich längere nervenfreie Parthieen vorfinden würden.

Legt man den Muskel vier Stunden in gewöhnliche concentrirte reine Salpetersäure und dann 24 Stunden in Glycerin, so nimmt die Länge und Breite etwa um den dritten Theil ab, die Dicke dagegen etwas zu. Durch Zerfasern in Wasser auf schwarzer Unterlage kann man dann leicht isolirte Muskelfasern darstellen. Dieselben sind in der Mitte ihrer Länge am dicksten, an beiden Enden gewöhnlich spindelförmig. An den Befestigungsstellen des Muskels finden sich abgerundete Enden, im übrigen Theil meistens beiderseits spindelförmig endigende Fasern; es kommen auch im Innern des Muskels einzelne vor, deren eines Ende kolbig abgerundet ist, wahrscheinlich an einer Ansatzstelle an das Perimysium internum. Häufig findet sich an einer Seite ein spindelförmiges Ende, an der andern mehrere astähnliche Ausläufer; in allen Fällen werden die Enden von Bindegewebsfasern umfasst. Die isolirten Muskelfasern sind öfters gebogen und bieten mannigfache mikroskopische Krümmungen in ihrem Verlaufe dar. Ihre Länge (1 — 4 Cm.) kann deshalb nicht genau gemessen werden, gewöhnlich beträgt sie 2 — 3,5 Cm.; im natürlichen Zustande muss sie mit Rücksicht auf die oben angegebene Formänderung des ganzen Muskels wohl noch höher angenommen werden.

Die quergestreiften Muskelfasern sind also durchweg spindelförmige Elemente, nur länger und dicker als die glatten. Es wird damit eine frühere Vermuthung von E. H. Weber*) bestätigt. Die beschriebenen Formen sind genau dieselben, wie sie Rollett, Herzig und Biesiadecki**) aus so vielen Muskeln verschiedener Thiere dargestellt haben. Die dabei angewendete Methode des Einlegens gekochter Fleischstücke in Glycerin erlaubte mir jedoch nicht, den Nachweis zu führen, dass ein ganzer Muskel allein aus solchen Elementen besteht.

Aus Muskeln, die in Salpetersäure und nachher in Glycerin gelegen haben, kann man einzelne scheinbar einfache Fasern isoliren, deren Länge viel beträchtlicher ist als 4 Cm. Durch weiteres Zerfasern, jedenfalls aber mit Hülfe des Mikroskops gelingt es nachzuweisen, dass jede solche sehr lange Faser aus

*) Funke, Physiol. 1860. Bd. I. S. 778.

**) Moleschott's Unters. Bd. VI. p. 105. Taf. I u. II.

zwei spindelförmigen Elementen besteht, deren einander zugewandte Enden noch eine Strecke weit gegenseitig verklebt waren. Der Einwurf, dass es sich um Kunstproducte handele, hervorgebracht durch mechanisches Ausziehen der abgerissenen Muskelfasern zu dünnen Fäden, wenn man nämlich dem Glycerin die Eigenschaft zuschreiben wollte, die ersteren wachsartig zähe zu machen, wird somit durch das Mikroskop widerlegt. Ausserdem kann man im frischen Muskel dieselben freien Enden der Muskelfasern wahrnehmen (s. diese Zeitschr. Bd. XVIII. S. 150) und es sind auch die spitzen Enden vom Sarcolem allseitig umschlossen. Letzteres Verhalten ist durch viertelstündiges Einlegen in Kalilauge von 35 % am leichtesten nachzuweisen; weniger gut nach 24stündiger Einwirkung von etwa 50procentiger Chlorwasserstoffsäure.

Die Salpetersäure-Glycerin-Methode lässt Stücke von den Nervenfasern erkennen, welche an den Muskelfasern mittelst einer Anzahl von Kernen haften. Dieses sind die Reste von motorischen Endplatten, die man nebst Capillargefässen beobachtet. Um ganz sicher zu gehen, kann man die Blutgefässe vorher mit Leim und Berlinerblau injiciren. Nach Zusatz von Essigsäure zu einer isolirten Muskelfaser sind die doppeltcontourirten Nervenfasern und die Kerne der Endplatten am besten wahrzunehmen. Es zeigt sich dann, dass jede Muskelfaser nur Eine Endplatte erhält, die ungefähr in der Mitte ihrer Länge gelegen ist. Findet man ausser der zugehörigen Nervenfaser noch andere anhaftend, so kann man an den beiderseits abgerissenen Enden erkennen, dass die letzteren den Plexus angehört hatten.

Da man mitunter Muskelfasern findet, an denen keine Endplatte wahrnehmbar ist und es möglich wäre eine etwa in anderen Fällen vorhandene zweite Endplatte zu übersehen, so kann man an Essigsäure-Präparaten den Muskel seiner Länge nach in Abschnitte von etwa 4 Cm. zerlegen und zur Controle der Glycerin-Methode die Zahl der Muskelfasern und Endplatten in ähnlicher Weise wie beim Retractor bulbi vergleichen. Die Durchmesser der Endplatten sind ziemlich dieselben wie im letzteren Muskel.

Längeres Einlegen in Salpetersäure lässt die Endplatten weniger gut erkennen. Einlegen in 20—50procentige Salpetersäure während 24 Stunden erhält die Endplatten besser, die Muskelfasern bleiben durchsichtiger, sind aber schwerer zu isoliren. Setzt man dem mikroskopischen Präparat concentrirtere Natronlauge zu, so quillt anfangs die Muskelfaser beträchtlich auf; im Moment des Aufquellens ist die vorher vor-

handene Längsstreifung besonders deutlich, was übrigens nur auf optischen Gründen beruht. An der aufgequollenen Muskelfaser ist weder Quer- noch Längsstreifung vorhanden, sondern nur die interstitiellen Fettkörnchen sind zu erkennen. Nach kurzer Zeit vermindert sich das Volumen der Muskelfaser bis auf den früheren Stand, während zugleich die deutlichste und regelmässigste Querstreifung mit ziemlich gleicher Dicke der Scheiben von isotroper und anisotroper Substanz auftritt.

Die geschilderten Verhältnisse lassen bereits erkennen, dass die Enden des Muskels höchstens in 0,5—2 Cm. Länge nervenlos gefunden werden können. Die unmittelbare Beobachtung ergibt, dass der Muskel zwei Nervenstämmchen von N. ischiadicus erhält, welche durch eine gemeinschaftliche Scheide vereinigt sein können, bis sie den Muskel erreichen. Sie treten in letzteren etwas oberhalb der Mitte seiner Länge und verbreiten sich, der eine Ast nach oben, der andere nach unten, in sonst ganz ähnlicher Weise wie die Nerven im M. retractor bulbi. Obgleich die äussersten Enden des Muskels keine Endplatten besitzen, so sind doch im Perimysium internum, zwischen einzelnen secundären Bündeln desselben kleinste Stämmchen doppeltcontourirter Nervenfasern vorhanden, welche vermuthlich durchtretende, sensible Elemente darstellen.

Da man mit derselben Methode an den verschiedenen langen Muskeln der Katze sowie am Sartorius des Menschen dasselbe Resultat erhält: dass die Muskelfasern eine Länge von etwa 4 Cm. nicht überschreiten und im Allgemeinen spindelförmige Elemente darstellen, und da Fasern mit freien Enden bereits bei manchen anderen Thieren (Mensch, Kaninchen, Pferd, Frosch) isolirt worden sind, so handelt es sich hier offenbar um ein allgemeines Gesetz. Die sonst bekannten Thatsachen stimmen damit sehr gut überein. Nach Remak, Kölliker, Frey u. A. gehen die quergestreiften Muskelfasern aus einer einzigen embryonalen Zelle hervor. Eine analoge Entwicklung ist zufolge den Beobachtungen Billroth's für pathologisch neugebildete Muskelfasern anzunehmen. In kurzen Muskeln sind alle Fasern von einem Ende bis zum andern direct zu verfolgen; sie haben dieselbe Länge wie die Muskeln selbst. In Muskeln wie der Gastrocnemius des Frosches, in welche ihre Sehne hineinragt, so dass die Muskelfasern sich schräg an dieselbe ansetzen, tritt die Möglichkeit ein, dass die gegebene Länge der schräg verlaufenden Muskelfasern ausreicht, um einen langen Muskel zusammenzusetzen, ohne dass freie Enden der Fasern im Innern des Muskels vorzukommen brauchten. Meistens sind jedoch die Verhältnisse

dieselben wie in dem beschriebenen Spannmuskel und wie überhaupt im glatten Muskelgewebe. Da die Muskelfasern eine unter dem Mikroskop beträchtlich erscheinende Länge besitzen, so erklärt es sich, dass sie fast immer von merklich parallelen Contouren begrenzt werden. Der verschiedene Querdurchmesser der Muskelfasern in demselben Muskel, welcher in Querschnitten oft sehr deutlich hervortritt, beruht auf dem Umstande, dass einzelne Fasern in der Nachbarschaft ihres Endes durchschnitten waren. Indem die Endplatten stets nahe der Mitte der Länge ihrer zugehörigen Muskelfaser sich vorfinden, wo letztere am dicksten ist, so müssen die Enden der Muskeln im Allgemeinen nervenlos sein, was Kölliker für den Omohyoideus des Menschen vor längerer Zeit nachgewiesen hat. Wie lang die letzteren Parthieen sein können, hängt von der absoluten Länge der Muskelfasern ab. Insofern diese nach den bisherigen Erfahrungen die Länge von 4 Cm. nicht zu überschreiten scheint, kann man nicht erwarten, dass nervenfreie Muskelstücke von mehr als 2 Cm. Länge aufgefunden werden. Weil die Grösse der Endplatten bei den bisher untersuchten Säugern keinen beträchtlichen Differenzen unterworfen ist, und ausserdem in einem fast constanten Verhältniss zur Maximal-Dicke der Muskelfasern steht, so dürfte auch mit Rücksicht hierauf nicht anzunehmen sein, dass beträchtlichere Unterschiede in der Länge der Muskelfasern als die bisher bekannten vorhanden sein werden.

Wenn jede Muskelfaser nur Eine Endplatte erhält, so ergibt sich, dass der anscheinend verschiedene Nervenreichthum der Muskeln auf folgenden Umständen beruhen muss. Sehr kurze Muskeln, welcher Art sie auch sein mögen, werden nervenreicher erscheinen, als längere. Ausserdem aber wird man in einer gegebenen Quadratfläche Muskelsubstanz um so mehr Nervenfasern wahrnehmen, je mehr von den Stämmen aus in dieselbe eintreten und je weniger Muskelfasern von einer einzigen Nervenfaser des Stammes abhängig sind. Diese letztere Vergleichung kann direct nur zwischen etwa gleichlangen Muskeln desselben Thieres vorgenommen werden. Durch diese Ueberlegungen sind die bekannten Thatsachen der Beobachtung: der anscheinend grössere Nervenreichthum der Augenmuskeln sowie der kurzen Muskeln im Allgemeinen vollständig erklärbar.

Was das Vorkommen der Endplatten anlangt, so habe ich dieselben noch gefunden in den Augenmuskeln des Kaninchens, der Ratte, der Maus und von Fringilla chloris, im Diaphragma der Maus, im Hautmuskel der Ratte, wo sie bereits

von Lüdden *) gesehen, aber nicht richtig gedeutet worden sind. Rouget **) hat sie bei einer Eidechse, in Augen- und Vorderarmmuskeln vom Huhn, in den Mm. intercostales, sternothyreoideus und sternohyoideus beim Kaninchen und bei der Spitzmaus beobachtet. Was die sonstigen Angaben von Rouget betrifft, welche auf Untersuchungen von Muskeln im frischen Zustande oder nach Einlegen in Salzsäure von 0,1 % basirt sind, so hält er die feingranulirte Masse der Endplatte für flächenhafte Ausbreitung des Axencylinders, indem ihm bei seiner freilich vorläufigen Mittheilung die blassen Terminalfasern unbekannt waren; ferner verlegt er die Endplatten an die innere Oberfläche des Sarcolems, was aus den von mir angegebenen Gründen (a. a. O. S. 145) unrichtig ist. Die übrige Beschreibung und auch die Zahlenangaben für die Grösse der Endplatten stimmen gut überein. Ueber die Eidechse ist zu bemerken, dass in den kleineren Muskeln von Lacerta agilis ***) die Nervenendigung im Allgemeinen wie bei

---

*) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. S. 482. Da meine Angaben über die Endkolben in der Conjunctiva und den übrigen Schleimhäuten des Menschen und der Säugethiere, sowie in der äusseren Haut der Maus etc. durch die Untersuchungen von Frey, Kölliker und Lüdden (a. a. O.) jetzt vollständig bestätigt sind, so ergiebt sich, dass die einfach sensiblen Nervenfasern der Schleimhäute u. s. w. wirklich in Endkolben endigen. Wenn Jemand nicht im Stande ist, die letzteren von abgerissenen oder gezerrten Nervenfasern etc. etc. zu unterscheiden, so liegt die Schuld wenigstens nicht an Denjenigen, welche die Endkolben beschrieben und abgebildet haben. — In Bezug auf eine Angabe Lüdden's mag bemerkt werden, dass ich schon vor längerer Zeit ebenfalls einzelne Endkolben aus der Conjunctiva des Menschen an Essig-Präparaten isolirt habe.

Ueber die Hornhautnerven, bei denen His, Kölliker u. A. Endschlingen behauptet haben, hatte ich angegeben, dass beim Menschen aus den Plexus derselben einzelne isolirt verlaufende Fasern austreten, um zuweilen mit einer knopfförmigen Anschwellung frei aufzuhören, ohne von irgend einem terminalen Körperchen umhüllt zu sein. In einer unter Leitung von H. Müller ausgeführten Arbeit bemerkt Saemisch (Beiträge zur normalen u. pathologischen Anatomie des Auges. Leipzig 1862): „dass sich zuweilen Fasern finden, die sich bis zu einer Verbindung mit anderen nicht verfolgen lassen," und bildet frei endigende Fasern aus der Cornea der Maus ab (a. a. O. Taf. I. Fig. 1. bb).

**) Compt. rend. 1862. II. S. Nr. 13.

***) Verschiedenen Beobachtern zufolge sind bei manchen beschuppten Reptilien nur Zapfen, keine Stäbchen in der Retina vorhanden. Bei der Eidechse finden sich schlanke Stäbchen, die im Allgemeinen denen der Vögel ähnlich sind. Das Aussenglied hat 0,0114 Mm. Länge, 0,0009 Breite, das Innenglied 0,01 Mm. Länge auf 0,0012 Breite. Die Zapfen haben ein sehr kleines Aussenglied von 0,007 Mm. Länge im Maximum auf 0,0006 Breite. Die gelbpigmentirten Innenglieder der letzteren sind kernhaltig, 0,007 — 0,015 Mm. lang, 0,005 — 0,007 breit, sie allein führen farbige Oeltröpfchen von 0,0019 — 0,0047 Mm. Durchmesser. Die Farbe derselben ist

den Vögeln beschaffen ist. In den Augenmuskeln finden sich zuweilen grössere Endplatten von 0,066 Mm. im Maximum, deren zahlreiche Kerne 0,006, die eintretende, doppeltcontourirte Nervenfaser 0,01 Mm. Durchmesser besitzen. Solche Endplatten sind schon bei 100maliger Vergrösserung sichtbar, wenn man frischen Präparaten Essigsäure zusetzt.

W. Engelmann*) bestätigte die Endplatten bei Tropidonotus, Anguis und im Psoas-Muskel des Kaninchens.

In Betreff einer unten zu erwähnenden Angabe Rouget's über die Nervenendigung der Froschmuskeln führten fortgesetzte Untersuchungen zu den nachstehenden Resultaten.

R. Wagner**) war es zuerst in den Zungenbeinmuskeln des Frosches gelungen, zu zeigen, dass die damals allgemein angenommenen Endschlingen keineswegs die letzten Endigungen der Muskelnerven darstellten. Nach vielfachen Theilungen endigen die Aestchen von 0,002‴ Dicke auf den Muskelfasern, für die sie bestimmt sind, indem sie die doppelten Contouren verlieren und mit Fasern von ca. 0,0012‴ Durchmesser, wie es scheint, in's Innere des Sarcolems eindringen. Die Untersuchung muss an so eben getödteten Fröschen geschehen und jedes Reagens auch Essigsäure ist ganz zu verwerfen.

Bald darauf wies Reichert***) nach, dass im Brusthautmuskel des Frosches, der 160—180 Muskelfasern enthält, etwa 280—340 terminale Nervenfasern von 0,0017—0,0025‴ Dicke, welche aus 7—10 Stammfasern hervorgehen, vorhanden sind. Die terminalen Fasern laufen in feine Spitzen von 0,0008‴ aus; zur Untersuchung dient 10procentige Kalilauge.

Beale†) lässt die Muskelfasern des Frosches und der Maus von einem sehr dichten Netz blasser, kernhaltiger Fasern

---

orangeroth, gelbgrünlich und blassblau, die ersteren sind im Allgemeinen die grössten, die letzteren die kleinsten; doch kommen vielfach Schwankungen vor. Durch Benutzung von über- und unter-corrigirten Systemen eliminirt man z. B. die Fehler, welche aus unvollkommener Achromasie der Mikroskope hervorgehen könnten. Das Vorkommen von dreierlei, durch die Farben der Oeltropfen charakterisirten Zapfen bei diesem Thier ist von allgemeinerem Interesse in Bezug auf die Folgerungen, welche aus den Beobachtungen über Farbenblindheit gezogen worden sind: dass nämlich drei Arten von Farbenempfindungen vermittelnden Elementen gefordert werden. — Die Innenglieder der menschlichen Retina-Stäbchen habe ich neuerdings wieder eine halbe Stunde nach dem Tode an jedem Stäbchen beobachtet. Sie sind ebensowenig eine Leichenerscheinung wie die Innenglieder bei Säugethieren, Vögeln, beschuppten und nackten Amphibien.

*) Med. Centralblatt 25. April 1863.

**) Neue Unters. etc. 1847. Anhang. Handwörterb. III. S. 388.

***) Müller's Arch. 1851. S. 29.

†) Philos. Trans. 1861. S. 611.

umsponnen werden, wie früher schon Axmann und Schaafhausen. Die Darstellungsmethode ist eine complicirte: Injection von Berlinerblau mit Glycerin und Alkohol nebst Carmin-Imbibition; Schaafhausen wandte die letztere allein an.

Kühne*) sah im Sartorius die doppeltcontourirten Nervenfasern nach vorhergegangenen, zahlreichen Theilungen sich bis an das Sarcolem fortsetzen, mit welchem das Neurilem verschmilzt und dann in mehrere blasse Fasern übergehend im Innern der Muskelfaser sich verbreiten. Dieselben laufen in feine Spitzen aus, hängen aber ausserdem seitlich mit sogen. Endknospen von 0,005—0,01 Mm. zusammen, welche bei sehr starken Vergrösserungen einen complicirten Bau zeigen. Die Untersuchung basirt auf der Isolirung von einzelnen Muskelfasern mittelst Einlegen in eine Flüssigkeit, welche 0,1 Grm. Schwefelsäure von 1,83 im Litre Wasser enthält, während 24 Stunden und nachfolgendem 24stündigen Erwärmen des ausgewaschenen Muskels in Wasser von 35 — 40 C.

Kölliker**) fand im Brusthautmuskel und anderen Muskeln des Frosches blasscontourirte Nervenfibrillen (Endfasern) von 0,0005 — 0,002‴ (der letztere Durchmesser scheint den Abbildungen zufolge incl. des Neurilems gemeint zu sein), welche bis an das Sarcolem gelangen, ohne dasselbe zu durchbohren. Diese Fasern sind von einem kernhaltigen Neurilem begleitet; die Kerne desselben hat Kühne für nervöse Organe gehalten und sie in's Innere der Muskelfasern verlegt. Die blassen Fasern endigen meist mit spitzen Ausläufern. Zur Untersuchung dient Einlegen in Essigsäure von 0,5 — 1 %, Salzsäure oder Salpetersäure von 0,1 % und künstlicher Magensaft.

Die Ansicht, dass die sogen. Endknospen in Wahrheit ausserhalb des Sarcolems gelegene Kerne des Neurilems darstellen, wurde von mir***), von Schiff†) und von Frey††) ebenfalls vertreten.

Naunyn†††) dagegen sowie auch Margo gelangten zu der Annahme, dass die vermeintlichen sogenannten Endknospen aus Gerinnungen des Nervenmarks beständen; Naunyn bestritt ausserdem das Vorkommen blasscontourirter Fasern.

---

*) Compt. rend. 1861. Févr. Ueber die periph. Endorgane der motor. Nerven. 1862.

**) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. 1862. S. 149.

***) Diese Zeitschr. 1862. Bd. XV. S. 188.

†) Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. 1862. S. 171.

††) Canstatt's Jahresber. f. 1862. S. 60.

†††) Arch. f. Anat. u. Phys. 1862. S. 481.

Margo *) hatte schon früher beobachtet, dass die Muskelfasern von einem System feiner Fasern durchzogen sind, welche die Muskelkerne unter einander verbinden, mit den in das Sarcolem eintretenden Nervenfibrillen zusammenhängen und in ihrem Verlauf feinste Körnchen zeigen, daher Kornfasern genannt werden können. Die Muskelfaser ist also an jeder Stelle ihrer Länge von feinsten Nervenfasern durchsetzt. Indessen fand Margo, dass zuweilen die Nervenfasern noch ausserhalb des Sarcolems ihre doppelten Contouren verloren und sich als blasse Fasern eine Strecke weit fortsetzten. Zur Untersuchung wurde bei verschiedenen Muskeln des Frosches etc. Einlegen in Salzsäure von 0,1 %, doppeltchromsaures Kali und carminsaures Ammoniak angewendet.

Rouget (a. a. O.), der bei anderen Thieren Endplatten aufgefunden hatte, schloss sich in Betreff des Frosches Kölliker an. Von Reagentien wurde besonders 0,1 procentige Salzsäure benutzt.

Da die zahlreichen Beobachtungen, welche vorzugsweise auf Anwendung von Reagentien basirten, zu so gänzlich widersprechenden Resultaten geführt hatten, so konnte es nicht zweifelhaft sein, dass die Untersuchung zunächst am frischen Muskel wieder aufgenommen werden müsse. Die Augenmuskeln wurden vorzugsweise benutzt, weil sich voraussetzen lässt, dass in diesen kurzen Muskeln der Nervenverlauf nicht über allzu grosse Strecken verfolgt zu werden brauche. Am besten achtet man bei 450facher Vergrösserung auf einzelne dunkelrandige Fibrillen, welche ein kleinstes Nervenstämmchen verlassen, und bald darauf scheinbar nicht weiter zu verfolgen sind. Grössere Frösche verdienen den Vorzug.

Es ergibt sich nun, dass die doppeltcontourirten Nervenfibrillen, welche noch etwa 0,002 — 0,004 Mm. Durchmesser haben, schliesslich ihr Mark verlieren und in blasse, von einem kernhaltigen Neurilem bekleidete Fasern — Endfasern von Kölliker — übergehen. Dieselben haben anfangs 0,0008 — 0,0012 Durchmesser und setzen sich mit einer oder mehreren Endplatten, falls durch dichotomische Theilungen mehrere Endfasern aus der ursprünglichen hervorgegangen waren, an eine oder mehrere benachbarte Muskelfasern, denen die Endplatten aufgelagert sind. Manchmal jedoch treten die Aeste sämmtlich zu derselben Muskelfaser. Die Länge der Endfasern vom Verlieren der doppelten Contouren bis zum Ein-

*) Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. 1862. Sitzung der ungar. Akad. d. Wiss. 14. Oct. 1861.

tritt in die zugehörige Endplatte kann von 0,01—0,4 wechseln, ihre Dicke beträgt schliesslich nur noch etwa 0,0005. Sind sie sehr kurz, so entsteht leicht der Anschein, falls die Endplatte nicht gerade zufällig in reiner Profilansicht erscheint, als ob sich die dunkelcontourirte Nervenfibrille direct an das Sarcolem ansetzte, in seltneren Fällen geht auch die letztere ganz nahe an die Endplatte heran (Fig. 5) und das Verhältniss ist dann genau so wie bei den Säugern oder Vögeln. Dass die Endfasern ausserhalb des Sarcolems gelegen sind, geht aus den beigegebenen Abbildungen, namentlich Fig. 4 u. 6 zur Genüge hervor.

Die Endplatten des Frosches sind fast kreisförmige oder ovale Scheiben von 0,015—0,02 Mm. Durchm. und 0,0019 Mm. Dicke. Im Sartorius kommen etwas grössere von 0,026 Mm. vor. Sie bestehen aus einer Bindegewebsmembran, welche an den Rändern der Scheibe sich an das Sarcolem anlegt, und einer feingranulirten sehr dünnen Masse, die zwischen der Bindegewebsmembran und dem Sarcolem gelegen ist. Die Insertion der Endfasern befindet sich meist im Centrum der Platte und das Neurilem der blasscontourirten Nervenfaser geht continuirlich in die Bindegewebsmembran der Endplatten über. Letztere haben gewöhnlich keine Kerne oder höchstens einen (Fig. 4) und in manchen Fällen ist es willkürlich, ob man einen am Ende der Nervenfaser befindlichen Kern der Endplatte oder noch dem Neurilem der Endfaser zurechnen will (Fig. 2). Die Kerne selbst verhalten sich in allen Fällen ganz gleich gegen die verschiedenen Reagentien, sie sind am frischen Präparat durch Essigsäure nachzuweisen und haben etwa 0,007 Mm. Länge auf 0,004 Mm. Breite und 0,002 Mm. Dicke.

Mit der Methode von Kölliker (Einlegen in etwa 1procentige Essigsäure während 24 Stunden) kann man die Endplatten auch im Brusthautmuskel, mit der Methode von Kühne im Sartorius nachweisen; durch beide Methoden verliert jedoch die feingranulirte Masse ihr im frischen Zustande charakteristisches Aussehen. Uebrigens bietet die erstere Methode wegen des Durchsichtigwerdens der feinkörnigen Substanz den Vortheil, dass die zugespitzten oder etwas abgerundeten Enden der blassen Nervenfasern innerhalb der Endplatten sich nachweisen lassen (Fig. 3 *d*). Da die so verdünnte Essigsäure die Muskelsubstanz durchsichtig macht, die blassen Nervenfasern aber nicht angreift, so lässt sich mit Sicherheit darthun, dass Fortsetzungen der Endfasern in's Innere des Sarcolems nicht stattfinden. Die Form der Endplatten wird dabei übrigens

durch Aufquellen oft mehr oder weniger unregelmässig (Fig. 7).

Die Endfasern sind nicht etwa als von Neurilem bekleidete Axencylinder aufzufassen, sondern, wie alle blassen Nervenfasern, enthalten sie den fettigen Bestandtheil der doppeltcontourirten Nervenfasern, nur in geringerer relativer Quantität, was aus dem optischen Verhalten unter verschiedenen Umständen zu erschliessen ist. Bei den Remak'schen Fasern des Darmcanals ist dieser Nachweis am bequemsten durch Einlegen von Dünndarmstücken grösserer Säuger in 33procentige Kalilösung zu führen.

In physiologischer Hinsicht ist es daher vermuthlich sehr unwichtig, ob die blassen Endfasern etwas kürzer oder etwas länger sind. Für den Anatomen resultirt jedoch aus der verschiedenen Länge eine Schwierigkeit, insofern man im einzelnen Fall niemals vorher wissen kann, wie weit man eine Endfaser verfolgen muss, ehe man an die zugehörige Endplatte gelangt. Wegen der fehlenden Kerne und des geringeren Durchmessers sind die Endplatten des Frosches überhaupt schwerer aufzufinden, als die der Säuger. Abgesehen von den morphologischen Differenzen, so zeigt sich noch eine sehr bemerkenswerthe: manche Muskelfasern wenigstens erhalten mehrere doppeltcontourirte Endäste, folglich auch Endplatten. Hierüber sind sämmtliche vorhandenen Beobachtungen (Wagner, Kühne, Kölliker, Margo, Reichert, der das Zahlenverhältniss festgestellt hat, etc.) im Einklang. Ausserdem steht schon durch Kühne und Kölliker fest, dass mehrere blasse Endfasern aus einer doppeltcontourirten Fibrille hervorgehen — Kölliker bildet z. B. deren sechs ab — und dieselben können sich, wie gesagt, nach kurzem Verlaufe nochmals theilen, so dass zwei Endplatten an derselben Muskelfaser haften. Wahrscheinlich aber erhalten viele Muskelfasern noch mehr, etwa 4—6 Endplatten. Diese wesentlichste Differenz der Nervenverbreitung in den Froschmuskelfasern kann vermuthlich durch die Entwicklungsgeschichte aufgeklärt werden und vielleicht ist es von Bedeutung, dass letztere Muskelfasern so beträchtliche Dicke haben im Verhältniss zur Körpergrösse des Thieres, sowie zum Durchmesser der zugehörigen Endplatten, dass sie im Innern der contractilen Substanz Kerne besitzen u. s. w. Es lässt sich daraus schliessen, dass eine Froschmuskelfaser gleichsam mehrere Muskelfasern der Säuger repräsentirt. In demselben Sinne kann es aufgefasst werden, dass im Brustmuskel der Taube die dickeren Muskelfasern Kerne in der contractilen Substanz enthalten, was bei den

dünneren nicht der Fall ist (Rollett), und auch das Vorkommen der Nervenknospen von Kölliker im Brusthautmuskel des Frosches, welche wenigstens in den Monaten März bis Juni mit grosser Leichtigkeit nachzuweisen sind, spricht sehr dafür, dass selbst bei den grössten Fröschen einzelne Muskelfasern noch weitere Entwicklungen, Vermehrung durch Längstheilung etc. einzugehen vermögen. Was die Nervenfasern anlangt, welche die Nervenknospen bilden, so erhielten sie ihren sehr beträchtlichen Dickendurchmesser erst kurz vor dem Eintritt in die Nervenknospe; in dem Plexus zeigten sie den gewöhnlichen Durchmesser von Fasern, die aus ersten oder zweiten Theilungen der Reichert'schen Stammfasern hervorgegangen sind.

Nachdem die beschriebene Endigungsform festgestellt war, erschien es leicht, die oben angegebenen, einander scheinbar gänzlich widersprechenden Beobachtungen richtig zu deuten, soweit Thatsächliches dabei in Frage kommt. Reichert und Naunyn haben nur die doppeltcontourirten Nervenfibrillen mittelst der Kalilauge dargestellt, Kühne*), Margo**) und Manz***) sahen dieselben sich direct an das Sarcolem ansetzen, was, wie erwähnt, für einige Fälle richtig ist. Wagner, Kühne und Kölliker fanden, dass die doppeltcontourirten Fasern schliesslich blasse Endfasern werden. Kühne verlegt dieselben in's Innere der contractilen Substanz, was Wagner vermuthungsweise ausgesprochen hatte und hält sie für nackte Axencylinder mit ansitzenden Endknospen; Kölliker erkannte richtig, dass sie ausserhalb des Sarcolems verlaufen und mit kernhaltigem Neurilem versehen sind. Kühne, Kölliker und Rouget haben die Endfasern bis zu einem anscheinend spitzen Ende verfolgt, an welchem in Wahrheit die kleinen Endplatten gelegen sind. Margo †) bildete die Endfasern mittelst ihrer Endplatten den Muskelfasern ansitzend im frischen Zustande ab, erklärte sie aber für scheinbare Nervenenden, während seine übrigen Figuren die schon durch Henle bekannten, interstitiellen Körnerreihen als Nervennetze hinstellen. Was Schaafhausen und Beale als Nervenendnetze beschrieben haben, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, wahrscheinlich Bindegewebe. Für den Frosch hat Kühne

*) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. Taf. XVII. Fig. 1. u. a. a. O.

**) a. a. O. Fig. 4. c.

***) Freib. Ber. 1862. Bd. II. S. 395.

†) a. a. O. Taf. I. Fig. 1. p.

bereits die richtige Deutung gegeben und mittelst Injection der Beale'schen Mischung in die Aorta der Maus und nachherige Carmin-Behandlung konnte ich mich am Diaphragma der Maus davon überzeugen, dass diese Methode jedenfalls gänzlich zu verwerfen ist; obgleich man in Säugethiermuskeln, die frisch mit Leim und Berlinerblau injicirt und dann in Essig gelegt wurden, die Endplatten gut nachzuweisen vermag. Kölliker *) erklärt nach seinen neuesten Erfahrungen die Untersuchung der Muskelnerven bei der Maus für schwierig, welche Angabe ich nicht bestätigt gefunden habe. Gegenüber den Angaben von Margo, Beale u. A. ist noch hervorzuheben, dass die blassen, mit Endplatten aufhörenden Endfasern sich niemals sehr viel weiter erstrecken, als man die dunkelrandigen Fibrillen (mit Natron etc.) verfolgen kann.

Die sparsamen, dünneren, doppeltcontourirten Nervenfibrillen im Brusthautmuskel des Frosches gehen in blasse, öfters sich theilende Fasern über, welche von einem kernhaltigen Neurilem bekleidet sind. Ihre Endigungen sind nicht im Muskel selbst gelegen, da man längere Fortsetzungen der blassen Fasern über den Muskel hinaus im anstossenden Bindegewebe leicht nachzuweisen vermag, wenn 24stündiges Einlegen in 1procentige Essigsäure angewendet worden war. Wahrscheinlich sind sie sensible Elemente (Reichert, Kölliker).

In den Augenmuskeln von Fischen (Hecht, Karpfen) sind die Verhältnisse ganz analog wie beim Frosche. Die beträchtlich breiten Stammfasern der Muskelnerven laufen nach vielfachen Theilungen in blasscontourirte, etwa 0,0012 Mm. dicke Endfasern aus. Sowie beim Frosch finden die Theilungen häufig in der Weise statt, dass aus der Theilungsstelle eine doppeltcontourirte und eine oder mehrere blasse, meistens nur kurze Endfasern hervorgehen. Dieselben sind von Neurilem bekleidet und adhäriren den Muskelfasern mittelst Endplatten (Fig. 8) von ähnlicher Grösse wie die des Frosches. Es finden sich mehrere derselben an einer Muskelfaser. Die Endplatten zeigen öfters 2—3 Kerne und daher führt schon die Untersuchung an Präparaten, die 24 Stunden in Essigsäure von 1 % gelegen haben, zum Ziele.

Der Analogie zufolge sind die Muskelfasern der beschuppten Reptilien in derselben Weise mit ihren Nerven in Zusammenhang wie die der Eidechse, etc. Ebenso werden sich die Muskelfasern der nackten Amphibien und Fische nirgendwo anders verhalten, als die des Frosches und Karpfen. Mithin

*) Handb. d. Gewebelehre. 4te Aufl. 1862. S. 216.

gelten für die letztgenannten Thierclassen die Unterschiede, welche oben beim Frosche hervorgehoben wurden: es werden nämlich die Muskelfasern mit mehreren Endplatten versorgt, letztere sind kleiner, haben nur wenige oder keine Kerne und es treten blasscontourirte Nervenfasern in dieselben ein. Im Gegensatz zu diesen Verhältnissen sind doppeltcontourirte Fibrillen in Verbindung mit den grösseren und kernreicheren Endplatten der höheren Wirbelthiere: Mensch, Säugethiere, Vögel und beschuppten Reptilien.

Da die quergestreiften Muskelfasern im Allgemeinen aus spindelförmigen Elementen bestehen, wie die glatten, so liegt die Annahme nahe, dass bei den letzteren die Nervenendigung eine analoge sein wird. Die glatten Muskelfasern erhalten blasse, kernhaltige Nervenfibrillen und die Verbindung wird vermuthlich durch eine einzige, etwa in der Mitte der Muskelfaserzelle gelegene Endplatte hergestellt, welche keine Kerne enthält, gerade wie die Endplatten des Frosches.

In Betreff des feineren Bau's der quergestreiften Muskelfaser bestehen bekanntlich noch mannigfache Controversen, worüber eigene Untersuchungen Folgendes ergaben.

Der elastische Schlauch des Sarcolemma enthält an seiner Innenfläche die sogenannten Muskelkerne, welche im frischen Zustande schwach lichtbrechende Bläschen mit flüssigem Inhalt und zwei oder drei Kernkörperchen darstellen; durch Säuren tritt Gerinnung des Inhalts ein. Die im Innern der Muskelfasern niederer Wirbelthiere vorkommenden Kerne liegen in spindelförmigen Längsspalten der contractilen Substanz.

Der Innenraum des Sarcolems enthält drei Substanzen (Häckel). Zwei davon können als die isotrope (schlechtweg) und anisotrope nach der leicht zu bestätigenden Entdeckung Brücke's bezeichnet werden. Dieselben setzen alternirend (Dobie) die Fibrillen zusammen, welch letztere zuerst von Leuwenhoek *) gesehen sind. Quergestreifte Fibrillen zeigen direct die Muskeln von Petromyzon (Keferstein), sie können als quergestreifte Fäden isolirt werden durch Wasser, Alkohol, die meisten Säuren etc. Die Querstreifung der Fibrillen wird durch den Umstand bedingt, dass die anisotrope Substanz bei durchfallendem Licht dunkler aussieht als die schwächer lichtbrechende isotrope. Auch gegen den aktinischen Lichtstrahl verhalten sich beide Substanzen verschieden (Gerlach), und durch verdünnte Essigsäure oder Salzsäure

*) Siehe Henle's Allgemeine Anatomie S. 607.

quillt die isotrope Substanz weit stärker auf, als die anisotrope, so dass die dunkleren Querstreifen weiter von einander rücken (Harting, Lehmann). Da in der frischen Muskelfaser die alternirenden Substanzen benachbarter Fibrillen aneinanderstossen und jedes Partikelchen von derselben Ausdehnung im Sinne der Längsrichtung der Muskelfaser ist, wie das benachbarte, so können die Querstreifen als der Ausdruck von Scheiben zweier verschiedener Substanzen angesehen werden, die abwechselnd auf einander geschichtet sind. Die der Dicke jeder Scheibe entsprechenden Partikelchen der anisotropen Substanz werden als primitive Fleischtheilchen (sarcous elements Bowman) bezeichnet.

Die Fibrillen sind ihrer Länge nach durch eine verkittende Zwischensubstanz verbunden. Nimmt diese den möglichst kleinsten Raum ein, so erscheinen die Muskelfasern gleichmässig quergestreift z. B. in ganz frischen Muskeln; ferner wenn man die Wirkung der Salpetersäure, welche die Fibrillen trennt, indem sie die Zwischensubstanz wahrscheinlich auflöst, durch Uebersättigen mit Natron wieder aufhebt (s. oben). Die einzelnen Partikelchen der anisotropen und isotropen Substanz legen sich dann abermals sehr dicht aneinander, nachdem sie im Anfang der Natron-Einwirkung aufgequollen waren.

In der Zwischensubstanz liegen Reihen von interstitiellen Fettkörnchen (Henle, Kölliker), welche die Scheiben der anisotropen wie der isotropen Substanz durchsetzen und Abstände zwischen einander lassen, die wie die analogen Längsspalten, in denen die Kerne z. B. der Froschmuskelfasern liegen, nicht von der anisotropen oder der isotropen Substanz ausgefüllt sein können. Denn auf Querschnitten sieht man die Lücken in Form von Pünktchen, welche weder den Fibrillen, noch den interstitiellen Fettkörnchen angehören. Sind die letzteren in grosser Zahl vorhanden, so erscheinen die ganz frischen Muskelfasern bei etwas schwächeren Vergrösserungen ohne Zusatz untersucht längsgestreift, z. B. bei den meisten Hospitalleichen. Je nach der Darstellungsmethode und zufälligen Umständen sieht man auf dem Muskelquerschnitt entweder Fibrillendurchschnitte oder Querschnitte der Zwischensubstanz (Leydig) oder ausschliesslich einzelne der interstitiellen Fettkörnchen. Die letzteren Fälle sind davon abhängig, dass eine auf dem Längsschnitt sichtbare Trennung der Fibrillen überall nicht stattgefunden hat. Es können auch feine, sternförmige Figuren (anastomosirende Zellen der Froschmuskelfasern von Böttcher, Sczelkow, feinste Nervennetze und Korn-

fasern von Margo) wie die bekannten Bilder des Sehnenquerschnitts sich zeigen; sie entstehen durch stellenweises Auseinanderweichen der Fibrillen. Die Erklärungsversuche, welche das Auftreten der Fibrillendurchschnitte in einzelnen Muskelfasern, während sie in anderen benachbarten fehlen, dem Umstande zuschreiben, dass die durchschnittenen Fibrillenenden zum Theil Schatten zu werfen vermöchten, dass es darauf ankomme, ob der Querschnitt durch eine Scheibe der anisotropen oder der isotropen Substanz hindurchgegangen sei etc., haben hiernach das Richtige nicht getroffen.

Im Innern des Sarcolems besteht offenbar ein sehr stabiles Gleichgewicht, wie am besten die Beobachtung von Kühne über Bewegung eines Nematoden im Innern einer Muskelfaser des Frosches zeigt; was ferner auch aus meiner Beschreibung (a. a. O. S. 156) der welligen Contractionen einzelner Säugethier-Muskelfasern hervorgeht. Denn die Querstreifen zeigten wieder dieselbe Lage und Anordnung, nachdem der störende Einfluss aufgehört hatte. Was den Aggregatzustand des Sarcolem-Inhalts anbetrifft, so bleibt um alle bisher beobachteten Erscheinungen erklären zu können nichts übrig, als drei Substanzen in der Muskelfaser anzunehmen: die feste anisotrope, die gallertartige isotrope, deren Theilchen sich aber ebenfalls in einem stabilen Gleichgewicht befinden, und die verklebende, flüssige Zwischensubstanz, welche auf die meist sehr kleinen Interstitien zwischen den Fibrillen beschränkt ist.

Nachschrift. Waldeyer (Med. Centralbl. 1863. Novbr. 24) beobachtete Endplatten bei Dytiscus, Hydrophilus, Musca, Astacus, Gammarus, Petromyzon fluviatilis, Esox lucius, Triton, Rana, Lacerta, Lepus cuniculus, Cervus alces.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind bei 300facher Vergrösserung nach der Natur gezeichnet, von den Muskelfasern sind nur die Contouren angedeutet.

Tafel I.

Fig. 1. Zwei Muskelfasern aus den Augenmuskeln des Frosches, frisch und ohne Zusatz untersucht.

a Sarcolem. *b* Doppeltcontourirte Nervenfaser. *c* Kern des Neurilems. *d* Feinkörnige Substanz der Endplatte.

Fig. 2. Muskelfaser aus dem Sartorius, durch 0,01procentige Schwefelsäure und späteres Erwärmen auf 35° C. während 24 St. isolirt. *a* Krümliges Nervenmark einer dünnen, doppeltcontourirten, freiflottirenden Faser. *b* Kern an der Uebergangsstelle des Neurilems in die Bindegewebsmembran der Endplatte. *c* Haufen von feinen Körnchen im Innern der letzteren.

Fig. 3. Drei Muskelfasern aus dem Brusthautmuskel durch 24stündiges Einlegen in Essigsäure von 1 % durchsichtig gemacht.

a Breite Nervenfaser, welche sich dichotomisch oder trichotomisch theilt.

b Kern des Neurilems einer dünnen, doppeltcontourirten Faser.

c Endfasern (Kölliker) aus dichotomischer Theilung einer solchen blasscontourirten Fibrille hervorgegangen. Die Endfasern sind meistens viel länger, als die hier gezeichneten; sie sind von Neurilem umgeben, welches sich in die Bindegewebsmembran der Endplatten fortsetzt. Die letzteren erscheinen in reiner Profilansicht und sehr blass; in der mit *d* bezeichneten ist das Aufhören der Endfaser direct wahrzunehmen.

Fig. 4. Zwei Muskelfasern aus dem Mylohyoideus frisch mit nachträglichem Zusatz von verdünnter Essigsäure untersucht. Durch später absichtlich auf das Deckgläschen ausgeübten Druck ist ein Zwischenraum entstanden. Die Verbindung der Endplatten mit dem Sarcolem, an welchem sie haften, ist so fest, dass letzteres sich bauchig hervorwölbte.

a Feine doppeltcontourirte Nervenfibrille (Terminalfaser von Reichert), die sich zu einer letzten Theilung zuspitzt, woselbst zwei blasse, von Neurilem umgebene Endfasern (Kölliker) entspringen.

b Kerne des Neurilems der Endfasern (Nervenendknospen von Kühne).

c Kern der einen Endplatte.

Fig. 5. Zwei Muskelfasern der Augenmuskeln, frisch, ohne Zusatz. Die doppeltcontourirte Nervenfaser *a* geht fast unmittelbar in eine Endplatte *b* über, was, wie es scheint, sehr selten der Fall ist. Der Focus ist so eingestellt, dass die dem Beobachter zugewendete Hälfte der Endplatte, welche der Muskelfaser aufgelagert ist, zugleich mit der Profilansicht sich zeigt. In den vorigen Figuren ist die letztere allein sichtbar. Die feinkörnige Substanz der Endplatte war in diesem Falle besonders deutlich.

Tafel II.

Fig. 6. Muskelfaser aus dem Brusthautmuskel nach 24stündigem Einlegen in Essigsäure von 1 % durch Zerfasern isolirt.

A. Die Muskelfaser liegt so, dass beim Senken des Tubus die blasse Endfaser *c* früher sichtbar wird, als die Querstreifen. *bb* Kerne des Neurilems (Endknospen von Kühne). *a* Dunkelrandige Nervenfibrille.

B. Dieselbe Muskelfaser durch 90° um ihre Längsaxe rotirt. Die doppeltcontourirte Nervenfaser ist zum Theil unter die Muskelfaser zu liegen gekommen, die blasse Endfaser zeigt sich ausserhalb der Contouren des Sarcolems. Die Endplatte *d* ist sichtbar geworden; sie erschien zu blass, um auf der Muskelfaser vorher mit Sicherheit wahrgenommen zu werden.

Fig. 7. Zwei Muskelfasern aus dem Brusthautmuskel nach mehrstündigem Einlegen in Essigsäure von 1 %. Die doppeltcontourirte Nervenfaser *a* geht allmälig in eine blasse Endfaser *b* über. *cc* Kerne. *d* Endplatte, deren Form durch Aufquellen etwas unregelmässig geworden ist, in der Flächenansicht.

Fig. 8. Zwei Muskelfasern aus den Augenmuskeln des Hechtes, frisch, ohne Zusatz.

a Doppeltcontourirte Nervenfaser, die sich in eine ebenfalls doppeltcontourirts Fibrille und eine mit Neurilem versehene, blasse Endfaser *b* theilt. *c* Kern der Endplatte, welche in halber Profilansicht erscheint. *d* Feingranulirte Substanz.

Ueber den Pank'schen tubo-ovarialen Bandapparat und den Mechanismus der Einwanderung des Ovulum in den Fransentrichter.

Von

Dr. **F. A. Kehrer** in Giessen.

(Hierzu Taf. III.)

Im Jahre 1843 veröffentlichte J. Pank einen Fall von organischer Verbindung des Eierstocks mit dem Pavillon durch pseudomembranöse Brücken bei einem kurze Zeit nach der Conception verstorbenen Mädchen und knüpfte an diese Mittheilung die Betrachtung, dass es sich hier um eine physiologische Neubildung handle, der die wichtige Function zukomme, den Eintritt des Ovulum in den Fransentrichter zu befördern.

Die Sache wurde damals wenig beachtet. Einige Autoren, die, wie Bischoff, der Beobachtung Erwähnung thun, erklärten die Pseudomembranen für das Product einer Peritonitis.

Erst im Jahre 1861 brachte P. den Gegenstand aufs Neue zur Sprache, indem er die Resultate fortgesetzter Untersuchungen in der Petersburger medicinischen Wochenschrift veröffentlichte.

Nach diesen neueren Mittheilungen finden sich Pseudomembranen zwischen Eierstock, Tube und Trichter häufig ausgespannt, übrigens nur an der oberen resp. hinteren, niemals an der unteren Platte des Mesometrium und zwar beim menschlichen Weibe, der Stute und der Kuh. Sonderbarer Weise sollen diese accessorischen Bänder nur bei solchen Geschöpfen vorkommen, die schon geboren haben, nie aber bei imparen Individuen. Der Bandapparat soll sich ferner blos zur Zeit der Ovulation bilden, in den Intervallen der Katamenien zerreissen und eine regressive Metamorphose erleiden.

Bei einer solchen Darstellung musste die physiologische Bedeutung des tubo-ovarialen Bandapparates ziemlich problematisch erscheinen. Denn da Bischoff u. A. den experimentellen Beweis geliefert, dass das Ovulum bei jeder Brunst, bei imparen sowohl, wie bei multiparen Thieren, ohne, wie nach einer Begattung, in den Tubencanal übergeht, so musste man den Pank'schen Angaben gemäss folgern, dass das Ovulum auch ohne Unterstützung des accessorischen Bandapparates in die Tube übergehen könne, und zwar 1) bei allen jenen Individuen, die bereits geboren hatten, aber der fraglichen Bänder entbehrten, und 2) bei allen imparen Geschöpfen.

Ferner stimmte es nicht wohl zu der Angabe Pank's, dass die Pseudomembranen die Einwanderung des Ovulum in den Pavillon begünstigen, wenn P. der pseudomembranösen fimbrio-ovarialen Kapsel bei einem zum erstenmal schwangern Mädchen erwähnt und andererseits den Satz aufstellt, dass sich die fraglichen Bänder nie bei jungfräulichen Individuen vorfinden. Denn entweder musste man hier annehmen, dass sich die Ligamente erst im Verlauf der Gravidität entwickelt hatten und dann konnten sie offenbar die vindicirte Function nicht mehr erfüllen. Oder wenn sie diese Function erfüllt und bei der zur Schwangerschaft führenden Menstruation sich gebildet hatten, so musste diese Beobachtung den Satz umstossen, dass Virginität die Formation der Pseudomembranen ausschliesse. — Angesichts dieser Probleme und Widersprüche schien mir eine Prüfung der Pank'schen Angaben zur Erkennung des wahren Sachverhaltes um so eher geboten, als die Angelegenheit die neuerdings wieder ventilirte Frage nach dem Mechanismus der Einwanderung des Ovulum in den Pavillon nahe berührt.

Zur Untersuchung wählte ich die Genitalien von Rindern in den verschiedensten Lebensaltern, da das frische Material jederzeit in genügender Menge zu beschaffen ist und die fraglichen Bildungen sich bei diesem Thiere recht schön entwickelt zeigen und verfehle ich nicht hier zu bemerken, dass sich die folgenden Angaben lediglich auf dieses Thier beziehen.

Auf dem Peritonealüberzuge der inneren weiblichen Genitalien, an Stellen, die später noch specificirt werden sollen, findet man fast constant mehr oder minder stark entwickelte Fortsätze, die unter verschiedenen Formen auftreten.

Die Einen stellen längere oder kürzere Faden dar, die entweder von einander getrennt aus dem Peritoneum hervor-

treten oder sich unter einander zu netzförmigen Geflechten verbinden.

Die andern bilden schmale oder breite Platten, bald mit breiten Rändern dem Peritoneum aufsitzend, bald durch ein System von Faserbündeln auf dasselbe geheftet. Die Beziehung dieser Faden und Platten zu ihrer Umgebung ist eine dreifache.

1) Eine gewisse Anzahl dieser Formationen entspringt von der Oberfläche oder der nächsten Umgebung des Ovarium, insbesondre vom Lig. ovarii und zieht zum Tubengekröse oder der Oberfläche der Tuben selber: der tubo-ovariale Bandapparat. Eine andre Menge geht von dem Rande oder der nächsten Umgebung, wohl auch von der Oberfläche des Ovarium zum Rande oder der Aussenfläche des Trichters: der fimbrio-ovariale Bandapparat. Diese Bänder überbrücken also die Zwischenräume zwischen den Ei bereitenden und leitenden Organen und sind mit beiden Enden dem Peritoneum, aber differenten Regionen desselben angeheftet.

2) Faden oder Platten spannen sich über längere oder kürzere Strecken des Peritoneum aus, sind ebenfalls mit beiden Enden angeheftet, aber sie verbinden keine verschiedenen Abschnitte des Bauchfells, wie im vorigen Fall.

3) Bei den allermeisten der hierher gehörigen Bildungen ist blos das eine Ende des Fadens oder der Platte dem Bauchfell angeheftet, das andre ist abgerundet oder ausgefasert, unregelmässig ausgezackt, wie zerrissen, und ragt frei in das Peritonealcavum hinein. Dadurch entstehen breitere oder schmalere peritoneale Zotten.

In den ersten Entwicklungsstadien sind die Peritonealfortsätze rauh, mattglänzend oder glanzlos, gelb oder röthlich gefärbt. In späteren Stadien werden sie wasserhell und durchscheinend oder milchweiss und undurchsichtig, glänzend an der Oberfläche.

Bei mikroskopischer Untersuchung erkennt man Zellen in den verschiedensten Uebergangsstufen zu fibrillärem Bindegewebe, elastischen Fasern und Gefässen. Runde, einkernige Zellen repräsentiren die primären Formen. Durch Kerntheilung und Einschnürung des Zellenkörpers entstehen biscuitförmige Gestalten, durch Abrücken der Kerne von einander und Ausziehen der Zellenkörper werden zusammenhängende Spindelzellen gebildet. Sternförmige Zellen, deren man stets viele findet, nehmen einen analogen Bildungsgang. Endlich formiren die meisten Spindelzellen Bündel von streifigem oder welligem Bindegewebe, die theils parallel verlaufen, zumal in

den Peritonealfaden, theils auf das Manchfachste sich durchkreuzen.

Ein andrer Theil der Spindelzellen geht in den schrumpfenden Fortsätzen in elastisches Gewebe über, das sich unter der Form feiner elastischer Netze oder breiterer Fasern darstellt.

Ein dritter Theil bildet Gefässe. Diese durchsetzen die jüngern Platten als ein ziemlich mächtiges, engmaschiges Netz, das aus den Gefässen des Bodens, der Peritonealhülle des Ovarium, der Tube und des Trichters hervorgeht. In den ältern Platten streifigen oder welligen Bindegewebes ist das Gefässnetz schwach entwickelt, die Capillarien sind langgestreckt oder zu weiten Maschen vereinigt.

An einzelnen Peritonealzotten bemerkt man ein Factum von einem gewissen Interesse, dass nämlich ein Gefässstämmchen, das dieselben durchzieht, plötzlich in seiner ganzen Dicke an dem freien Zottenende abbricht und hier von einem kleinen Blutextravasat kappenartig überdeckt wird. Dies Verhalten, so wie auch die unregelmässige Auszackung der freien Plattenränder deuten auf eine kürzlich vorausgegangene Continuitätstrennung, und wenn sich diese Erscheinungen an den freien Enden von Zotten finden, die wohl verschiedenen Organen angehören, aber einander gegenüberliegen, durch Lage, Bau und Form einander correspondiren, liefern sie uns den Beweis, dass solche Ligamente früher brückenartig ausgespannt und mit beiden Enden angeheftet waren, aber secundär zerrissen und dadurch in zwei isolirte Zotten verwandelt worden sind. Doch nur eine geringe Procentzahl peritonealer Zotten bietet genügende Kriterien zur Diagnose einer vorausgegangenen Ruptur.

Die allermeisten peritonealen Bindegewebswucherungen stellen blosse Zotten vor, die isolirt auf den Peritonealüberzügen des Ovarium, der Tube und des Tichters hervorwuchern, ohne sich aber je, von gegenüberliegenden Flächen hervorgesprosst, zu erreichen, ohne in gegenseitigen Contact zu gerathen oder gar innig unter einander zu einem einfachen Ligament zu verschmelzen. Sie bleiben immer am einen Ende frei oder senken sich höchstens nur ganz in der Nähe ihres Ursprunges wieder in das Bauchfell, aus dem sie hervorgewuchert waren.

Die Menge der fraglichen Peritonealfortsätze ist in den concreten Fällen bedeutenden Schwankungen unterworfen, und wenn man zuweilen fast die ganze Oberfläche der Mesometrien mit einer Unmasse von Zotten, einem Filz vielfach durchkreuzter Faden überzogen findet oder breite Pseudomembranen

sich über die ganze Oberfläche der inneren Genitalien ausspannen sieht, entdeckt man in anderen Fällen ein Paar kurzer Flocken da und dort zerstreut.

Den Sitz der Ligamente anlangend, so muss ich zunächst einen Irrthum Pank's berichtigen, dass dieselben ausschliesslich auf der obern Platte des Mesometrium vorkämen. Man findet sie nämlich auch an der untern Mesometrialplatte, wenn auch im Allgemeinen spärlicher und weniger constant, als an der oberen und zwar ist hier die Medianlinie ihr Lieblingssitz, die untere Fläche der untern breiten dreieckigen Muskelplatte, die sich zwischen den auseinanderweichenden Uterushörnern ausspannt. Da sie hier gewöhnlich nur in Form kurzer Zotten und Plättchen auftreten, muss man sich gerade hier zu ihrer Entdeckung des überhaupt vortheilhaften Mittels bedienen, nämlich das wo möglich frische Präparat in reinem Wasser auf dunklem Grund zu untersuchen und durch Flottirenlassen die einzelnen Fortsätze zu deutlicherer Anschauung zu bringen.

Auf dem Peritonealüberzuge der Uterushörner fehlen sie fast vollkommen.

Ihr hauptsächlicher Verbreitungsbezirk und der Ort, wo sie auch am mächtigsten entwickelt vorkommen, ist die obere Platte des Mesometrium, insbesondere das Ovarium und dessen nähere Umgebung, die Tube und deren Gekröse, sowie auch der Trichter. Das Ligamentum ovarii und innere Ende des Ovarium, sowie dessen anderer und hinterer Basalrand und insbesondere noch die Narben älterer Corpora lutea, nie dagegen die Carunkeln junger gelber Körper tragen gewöhnlich die Fortsätze. Doch kommen diese auch an den Peritonealhüllen Graaf'scher Follikel vor. Ausserdem entspringt eine gewisse, doch beschränktere Anzahl peritonealer Fortsätze von dem Rande und der Aussenfläche des Fransentrichters, von dem Peritonealüberzuge der Tube und der innern Platte des Tubengekröses. Endlich wuchern zuweilen stärkere Zotten an den Seitenrändern der Uterushörner sowie an andern Gegenden der freien Flächen der Ligg. uteri lata hervor.

Noch sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass ihre Entwicklung gewöhnlich eine symmetrische ist, oder genauer ausgedrückt, sie kommen gewöhnlich auf beiden Mesometrien und meist auch an correspondirenden Stellen vor, doch qualitativ wie quantitativ häufig ungleich. So entdeckt man am einen Lig. ovarii mehrere junge Zellenplatten, am andern spärliche ältere Fäden u. s. w.

Für die Frage nach der Bedeutung der beschriebenen Bildungen für die Einleitung des Eies in den Pavillon sind natürlich blos diejenigen Bänder wichtig, die sich am Ovarium, dem Trichter und der näheren Umgebung beider Organe vorfinden. Die übrigen Peritonealfortsätze sind hier nur insofern für uns von einem gewissen Interesse, als sie durch ihre Existenz uns zeigen, dass eine Zellenneubildung in Form frei vorragender Fortsätze an den verschiedensten Gegenden des Peritonealüberzugs der innern Genitalien, aber allerdings vorzugsweise an den Ei bereitenden und leitenden Organen als constanter, physiologischer Process stattfindet.

Nach dieser anatomischen Darstellung müssen wir zwei Fundamentalfragen zur Entscheidung zu bringen versuchen:

1) Findet sich der beschriebene Bandapparat blos bei solchen Geschöpfen, die schon geboren haben, oder nicht vielleicht auch bei imparen und nicht trächtigen Thieren?

2) Ist der Bandapparat ein Nebenproduct der menstruellen Vorgänge, bilden sich die Ligamente blos vor und während der Ovulation und werden sie in den Intervallen der Katamenien zurückgebildet?

Um beide Fragen genügend beantworten zu können, will ich zunächst die Beobachtungen en detail anführen, die ich an den Genitalien imparer Rinder angestellt. Ein viel bedeutenderes Untersuchungsmaterial haben mir ältere Kühe geliefert. Doch erachte ich eine specielle Aufzählung der letzteren Fälle für überflüssig, da die erstere der obigen Fragen dadurch nicht berührt und die zweite schon durch die Untersuchung jüngerer Individuen grösstentheils erledigt wird. Bemerken muss ich aber hier, dass ich an den Genitalien von Kühen den fraglichen Bandapparat nie vermisst, dass er mit dem der Rinder vollkommen übereinstimmt und nur etwa durch stärkere Ausbildung sich vor dem der jüngeren Geschöpfe öfters auszeichnet: ein Unterschied, der übrigens mit der Entwicklung eines massigeren Genitalapparates bei älteren Geschöpfen innig zusammenhängt.

Die untersuchten Fälle von geschlechtsreifen, nicht trächtigen und nicht trächtig gewesenen Rindern sind folgende:

1. Fall. Rind von $1^1/_4$ Jahr. Im rechten Ovarium ein hochgespannter Graaf'scher Follikel, im linken Ovarium nur unentwickelte Follikel. Keine Corpora lutea. Die Zweige der Artt. uterinae spiralig gedreht. An beiden Ligg. ovarii schmale Platten und Faden mit feinen Enden.

2. Fall. Rind v. $1^1/_2$ J. Im rechten Ovarium ein reifer Follikel. Weder hier noch im linken Ovarium Corpora lutea.

Uterinarterien spiralig. An beiden Ligg. ovarii und einzelnen Stellen der Ovarien kurze Zotten. Faden auf den Aussenflächen der Trichter und Tuben. Zahlreiche Zotten auf den beiden Flächen der Mesometrien.

3. Fall. Rind v. $1^1/_4$ J. Im rechten Ovarium ein grösser und ein etwas kleinerer Follikel. Keine Corpora lutea in beiden Ovarien. Uterinarterien spiralig gewunden. Auf den Ligg. ovarii, an den basalen Rändern des rechten Eierstocks und an verschiedenen Stellen der Oberflächen beider Eierstöcke breite Platten mit freien Rändern. Fadennetze auf den Aussenflächen der Fransentrichter.

4. Fall. Rind v. $1^3/_4$ J. am 1. Tage der Brunst getödtet. Die Schleimhaut des Corpus und der Cornua uteri mit zahlreichen subepithelialen Blutpuncten. Die Mündungen der Utriculardrüsen blass, weder in den Wänden noch den Höhlen derselben Blutheerde. Die Carunkeln mit spärlichen Blutflecken. Das Corpus luteum recens des linken Eierstocks mit offener Höhle. Frei endigende Platten- und fadenförmige Zotten an den Narben der älteren Corpora lutea.

5. Fall. Rind vor 2 Tagen brünstig gewesen. Im rechten Ovarium ein Corpus luteum recens mit offener Höhle und drei ältere Corpora lutea. Im linken Ovarium zwei Corpora lutea vetusta. Zwischen dem Aussenende des linken Ovarium und dem Trichter eine schmale Platte ausgespannt. Am rechten Lig. ovarii zwei kurze freie Platten.

6. Fall. Rind v. 2 J., vor mehreren Tagen brünstig gewesen. Im rechten Ovarium ein junges Corp. lut. mit offener Höhle und 2 Corp. l. vet. Im linken Ovarium 3 Corp. l. vet. Zusammenhängende Faden und stark vascularisirte Platten mit freien Rändern an den inneren Enden beider Ovarien. Fadennetze auf den Trichtern.

7. Fall. Rind v. $2^1/_2$ J. Im rechten Ovarium 1 Corp. lut. recens mit feiner durchsichtiger Narbe und 6 Corp. lut. vet. Im linken Ovarium 3 Corp. lut. vet. Am Lig. ovarii dextri ein Fadenkreuz ausgespannt. Auf dem linken Ovarium vereinzelte plattenförmige Auflagerungen.

8. Fall. Rind vor mehreren Tagen brünstig. Im linken Ovarium ein junges Corpus luteum mit frisch vernarbter Risswunde und 4 Corp. lut. vet. Im rechten Ovarium zwei ältere gelbe Körper. Ausgefaserte breite Platten an beiden Ligg. ovarii und am hintern Rande des linken Eierstockes.

9. Fall. Rind v. 2 J. Im linken Ovarium 1 Corpus lut. recens mit junger Narbe und 4 Corp. l. vet. Im rechten Ovarium sechs ältere gelbe Körper. Fadige Anhänge am äussern

Ende des linken Ovarium und an den Narben der älteren Corpora lutea beider Ovarien.

10. Fall. Rind v. 2 J. Im rechten Ovarium 1 Corp. lut. recens auf dem Culminationspunct seiner Entwicklung (stark vorragend, die Centralhöhle geschlossen) nebst 3 älteren Corp. lut. Im linken Ovarium 3 Corp. lut. vet. Auf beiden Ligg. ovarii frei endigende Platten. Fadenförmige Zotten auf den Narben älterer Corpora lutea und den angrenzenden Flächen beider Ovarien.

11. Fall. Rind v. 2. J. Im rechten Ovarium 1 Corp. lut. recens in höchster Entwicklung, nebst mehreren Corp. l. vet. Im linken Ovarium mehrere ältere gelbe Körper. Von der obern Platte des rechten Mesometrium nahe dem Seitenrande des Uterinkörpers zog eine breite dünne Platte gegen das rechte Ovarium und endigte mit mehreren freien Zipfeln.

12. Fall. Rind v. $1^1/_2$ J. Im rechten Ovarium blos Follikel. Im linken Ovarium 2 Corpora lutea, deren jüngstes auf der Acme seiner Entwicklung. Auf dem linken Lig. ovarii zwei sprenkelartig ausgespannte ältere Peritonealfaden. Auf dem rechten Lig. ovarii mehrere mit beiden Enden fixirte Faden und eine jüngere, kurze, frei endigende Platte.

13. Fall. Rind von 2 J. Im rechten Ovarium ein Corp. lut. recens im Stadium der Involution (in Schrumpfung begriffen, citronengelb, die dasselbe constituirenden polygonalen Zellen mit grösseren Fetttröpfchen und ihre Zellenkörper zum Theil innig verschmolzen) nebst 3 Corp. lut. vet. Fadenförmige Zotten auf den Narben der älteren Corp. lut. beider Ovarien.

Diesen Fällen reihe ich fünf weitere an, die trächtige Thiere betreffen.

14. Fall. Rind v. $1^1/_2$ J. 4 Wochen trächtig. Embryo im rechten Uterushorn, 12 Gran schwer. Auf dem rechten Lig. ovarii ein älterer, mit beiden Enden befestigter, flach ausgespannter Faden. Am linken Lig. ovarii 2 doppelt fixirte Faden und eine jüngere plattenförmige Zotte.

15. Fall. Kuh, mehrmals trächtig gewesen. Fötus 130 Gr. schwer, im rechten Horn. Breite, niedrige, ausgezackte Zotten auf den Ligg. ovarii.

16. Fall. Rind. Erste Gravidität. Fötus 375 Gr. schwer, im rechten Horn. Auf den Narben älterer Corpora lut. beider Ovarien fadenförmige Zotten.

17. Fall. Rind zum erstenmal trächtig. Fötus im rechten Horn 1360 Gr. schwer. Zotten auf den Narben der Corp. lut. und deren Umgebung an beiden Ovarien.

18. Fall. Rind zum erstenmal trächtig. Fötus im rechten

Horn, $18^1/_8$ Pfd. pond. civil. schwer. Plattenförmige niedere Zotten an den Ligg. ovarii.

Endlich glaube ich noch 2 Fälle etwas genauer beschreiben zu müssen, da sie den ligamentösen Apparat in schönster Entwicklung zeigen.

19. Fall. Rind einen Tag nach der Brunst getödtet. Auf der Uterusschleimhaut zahllose Blutpunkte, auf den Carunkeln zu grössern Flecken zusammengedrängt. In dem gelatinösen Cervicalschleim ein dunkler Blutpfropf eingebettet; in dem dünneren Glasschleime der Uterushörner blutige Streifen. Der zähe Schleim in der Vagina rostfarben. Das rechte Ovarium mit seiner Vorderfläche auf das Mesometrium angedrückt und dadurch mit seiner freien Kante nach vorn gerichtet. Beiläufig in der Mitte dieser Kante ragte die Carunkel des jungen Corpus luteum hervor, dessen Höhle, noch offen, an ihrem Boden einen mohnkorngrossen dunklen Blutpfropf enthielt. Ausserdem im rechten Ovarium 2 Corpora lut. vet. Im linken Ovarium 3 Corp. lut. vet.

Vom innern Ende des rechten Ovarium gingen zwei dicke milchweisse, glänzende Faserbündel nach innen, vorn unten zur oberen Platte des Mesometrium bis nahe zum Seitenrande des Uterus. Oberhalb der Warze des gelben Körpers, von hier bis zum Aussenende des Ovarium entsprangen aus dessen Peritonealüberzug in gleichem Niveau drei schmale Zipfel, bildeten sich vereinigend eine dünne breite Platte, die nach vorn zog, den Raum zwischen Ovarium und Tube überbrückte und ohne deutliche Grenze auf der inneren Platte der Peritonealfalte für den vordern Fimbrienzipfel sich verlor. Diese dreigespaltene Platte bildete so zu sagen ein Gitter, eingeschoben zwischen dem Ostium des gelben Körpers und dem Pavillon.

Drei breite ausgezackte Platten lagen segelartig über der Oberfläche des rechten Ovarium ausgebreitet, der sie entsprangen. Auf dem linken Ovarium mehrere kurze plattenförmige Zotten.

20. Fall. Kuh, die nach der dritten Geburt vor beiläufig 14 Tagen zum erstenmal wieder trächtig gewesen, übrigens nicht besprungen worden war. Das einzige junge Corpus lut. ragte an der obern Fläche des rechten Ovarium hervor. Im linken Ovarium mehrere Corpora pallida *).

---

*) Was ich hier Corpora pallida nenne, sind weiter nichts als gelbe Körper, die unter dem Einflusse der Gravidität sich in blassröthliche oder gelbliche, von weissen Balkennetzen durchsetzte Körper verwandelt haben. Sie finden sich nur während und nach einer Gestation bei

Das Anfangsstück der rechten Tube von gewöhnlicher Enge, an der Uebergangsstelle in die Hornspitze durch kurze Peritonealfaden so zusammengedrückt, dass man weder vom Uterus noch von dem peripheren Theil der Tube aus Luft durch die stenosirte Partie durchtreiben konnte. Die zwei äussern Drittheile dieser Tube zu einem 5 Mm. durchmessenden elastisch-fluctuirenden Canal aufgebläht, der, allmälig sich erweiternd, nach aussen und hinten in einen geräumigen Blindsack einmündete. Der Blindsack dünnwandig, spärlich vascularisirt, von vorn nach hinten etwas zusammengedrückt und so gelagert, dass sein Längsdurchmesser von aussen hinten nach innen vorn verlief. Durch eine seichte Furche, die vertikal an seiner Vorder- und Rückseite herablief, wurde der Sack zweilappig. Länge desselben 50 Mm.; Breite des äussern Lappens 35 Mm., des inneren 30 Mm. Aus dem eröffneten Sack und dem in denselben mündenden, stark ausgedehnten Tubencanal flossen 6 Dr. eines fast klaren, wässrigen Fluidum aus. Die Basis des Sackes der äussern hintern Fläche des Ovarium fest angewachsen und zum Theil auf die freie Fläche des breiten Mutterbandes übergreifend. Ein niedriges, halbmondförmig ausgeschweiftes Septum, äusserlich durch die erwähnten Furchen angedeutet, schied den untern Theil des Hohlraums sehr unvollkommen in zwei Kammern. An der Innenfläche der innern Kammer erkannte man deutlich die gelben Schleimhautfalten des Pavillon, der fest in die Wand eingeschlossen war.

Zahlreiche Pseudomembranen breiteten sich über die obere Platte des rechten Mesometrium vom Scheidengewölbe an bis zur Tube aus. Die grösste derselben entsprang mit breitem quer verlaufenden Rande von der obern Fläche des Cervix uteri, schlug sich hierauf, nach vorn ziehend, zu einer vertikalen Duplicatur zusammen und entfaltete sich weiterhin zu einem breiten segelartig ausgebreiteten Band. Der innere Rand desselben heftete sich auf längere Strecke der Oberfläche des Uterus an, bog dann nach aussen und inserirte mit mehreren Zacken auf dem rechten Mesometrium bis zum Ovarium. Der äussere Rand ging sofort auf die freie Fläche des Lig. latum

---

den Kühen. Die Reste der verfetteten polygonalen Zellen, welche die Hauptmasse des Corpus luteum ausmachen, erscheinen in den weissen Balken als feine Fettkörnerhaufen, die ihr rothes oder gelbes Pigment verloren haben und dadurch ganz blass geworden sind. Sie werden zu einem dünnen Balkengerüste zusammengedrängt durch die üppigen Wucherungen von Spindelzellen, welche die Interstitien ausfüllen und zum Theil vergrössert haben.

über, aber, zum grössten Theile frei, hing er nur durch mehrere Faden und schmale Bänder mit demselben zusammen und näherte sich endlich am Ovarium dem innern Rande. So wurde die Platte nach vorn schmaler und heftete sich mit dem vordern Ende an den Blindsack. Zwischen dieser weit verbreiteten Pseudomembran und der obern Fläche des Mesometrium entstand ein lang gestreckter, nach vorn aussen geöffneter, nach hinten blind geschlossener Canal.

Die zwischen dem Ende des Horns und dem vordern Fimbrienzipfel normal ausgespannte Peritonealduplicatur fand sich auch hier an der rechten Seite vor, aber ihr hinteres Ende verlor sich unmerklich in dem Tubengekröse, ohne mit einer Fimbrie sich zu verbinden. Das rechte Ovarium bis auf die Warze des gelben Körpers in peritoneale Pseudomembranen vollkommen eingewickelt. Die einen gingen von dem erwähnten Blindsack zum Ovarium, andere zogen von letzterem gegen die Tube, zur freien Fläche der Ala vespertilionis und gegen den Seitenrand des Uterus.

Am Lig. ovarii sin. eine niedrige plattenförmige Zotte, ausserdem keine Peritonealfortsätze auf dem linken Mesometrium, ebenso wenig auf der unteren Platte des rechten.

Bezüglich des Lebensalters, in welchem peritoneale Bindegewebswucherungen zuerst auftreten, muss ich hier noch anführen, dass ich bei ganz jungen Kälbern an den Ligg. ovarii fast constant kurze, mehr oder minder zahlreiche Peritonealzotten gefunden habe. Ferner finden sie sich während des ganzen Jugendalters. Doch interessirt uns hier zunächst blos ihr Vorkommen und Verhalten während der Zeit der sexuellen Productivität.

Die Fälle 1—3 zeigen uns den Bandapparat stark entwickelt, am Beginne der Geschlechtsreife, die sich hier schon durch mehrere Zeichen verräth. Die Zweige der Art. uterinae sind im Jugendalter, der Zeit latenter Sexualthätigkeit, nie spiralig aufgerollt, sondern stets gestreckt. Erst durch periodische Volumzunahme des Uterus und nachträgliche Zusammenziehung des Organs tritt die Spiraldehnung der Gefässe (der Arterien, nie der Venen) ein, also durch Vorgänge, welche dem Eintritt der Ovulation vorausgehen, ohne aber essentiell mit den Katamenien übereinzustimmen. Während dieses Processes im Uterus reifen wohl einer oder mehrere Graaf'sche Follikel, werden voluminös dünnwandig und entwickeln sich stark aus dem Ovarialstroma, ohne aber, wie es zum Wesen der Brunst gehört, zu bersten. Eine solche — man könnte sagen Prodromal-Brunst — hatte in den

drei erst beschriebenen Fällen bestanden und unverkennbare Zeichen ihres Daseins zurückgelassen, und da sich zu dieser Zeit der Bandapparat schon stark entwickelt zeigte, so können wir behaupten, dass er, wie das Sexualsystem überhaupt, mit dem Beginn der Geschlechtsreife sich stärker auszubilden anfängt.

Dass sich der Bandapparat nach der Berstung Graaf'scher Follikel, also nach voller Ausbildung der Geschlechtsreife, bei imparen Thieren constant vorfindet, lehren die Fälle 3—13, wobei zu bemerken, dass die namentlich aufgezählten Fälle alle Genitalien von imparen Rindern begreifen, die ich bis jetzt auf die fraglichen Bildungen untersucht.

Dass bei Kühen, die ein oder mehrere Male geboren haben, sich der ligamentöse Apparat ebenfalls constant vorfinde, wurde oben bemerkt.

In der Gravidität kommen die Peritonealfortsätze ebenfalls vor und bilden sich namentlich auch während derselben einige Ligamente neu (Fall 14—17), ohne aber eine bedeutendere Entwicklung in diesem Fortpflanzungsstadium zu erreichen als im ungeschwängerten Zustande. Während der puerperalen Involution der Sexualien findet vermuthlich keine Neubildung von Bändern statt. Doch bedarf Letzteres noch der weiteren Untersuchung.

Aus allen diesen Angaben folgt, zum Theil entgegen den Behauptungen Pank's, der Satz:

> „dass sich freie peritoneale Bindegewebswucherungen auf oder in der Umgebung der Ovarien und Tuben mehr oder minder entwickelt in jedem Lebensalter vorfinden, im sexuell indifferenten Jugendalter, wie im geschlechtsreifen Alter vor und nach stattgehabten Geburten."

Es folgt ferner das wichtige Factum daraus, dass dieselben **constante** Bildungen sind.

Damit fällt natürlich die Ansicht als eine unbegründete, welche nur pathologische Producte in den fraglichen Peritonealfortsätzen erblickte. Doch bin ich weit entfernt, zu leugnen, dass nicht auch die physiologische Zellenneubildung auf der freien Oberfläche der Mesometrien in einzelnen Fällen zu pathologischen Formationen führe. Als pathologische Excesse einer physiologischen Production sind wohl namentlich diejenigen Fälle zu deuten, in denen sich ein ausgedehnter Bandapparat über eine grosse Fläche des Peritonealüberzuges der innern Genitalien ausspannt und dieselben derart comprimirt

und so unter einander verklebt, dass dadurch deren Function, die Production von Eiern sowie deren Aufnahme und Fortleitung durch den Leitungsapparat beeinträchtigt oder ganz aufgehoben werden muss.

Als exquisit pathologisch ist Fall 20 zu betrachten. Hier hefteten Pseudomembranen den Trichter sehr innig an eine Region des Ovarium, an der kein Ei austrat, schnürten das Anfangsstück der betreffenden Tube bis zur Impermeabilität zusammen und verhinderten so den Abfluss des Secretes der Tubenschleimhaut einerseits in die Bauchhöhle, andrerseits in den Uterus. Durch Anhäufung des Secrets entstand Hydrops tubae et infundibuli. Das Secret, in einem geschlossenen Sack in pathologischer Menge angesammelt, dürfte hier einen so starken Seitendruck auf die einschliessenden Wände geübt haben, dass diese sich divertikelartig ausstülpten und eine zweite (äussere) Kammer als Anhang der primären formirten.

Aus obigen Detailangaben, wie auch aus meinen anderweitigen Beobachtungen, geht das Factum hervor, dass sich Peritonealfortsätze sowohl vor, bei und kurz nach der Berstung Graaf'scher Follikel, wie in allen Zeitabschnitten zwischen den Katamenien vorfinden. Sie erscheinen oft recht zahlreich und stark entwickelt zu einer Zeit, in der das Corpus luteum die Acme seiner Entwicklung erreicht hat oder bereits in der Involution begriffen ist, ja manchmal zahlreicher als zur Zeit der Katamenien. Nun muss man freilich zugeben, dass hinsichtlich der Productivität des Peritoneum bei den einzelnen Individuen nicht unbedeutende Differenzen bestehen, indem man nämlich bei der Vergleichung von Genitalien, die gleichaltrige Corpora lutea enthalten, ungleich entwickelte Peritonealfortsätze antrifft. Allein selbst dies eingeräumt, so müsste man sehr augenfällige Differenzen erwarten, wenn sich die Ligamente kurz vor und während der Katamenien bilden, in den freien Intervallen zurückbilden würden.

Von einem quantitativen Unterschied zwischen denjenigen Peritonealwucherungen, die kurz vor und bei den Katamenien und denen, die in den Intervallen zweier Ovulationsperioden zur Beobachtung kommen, weiss ich nun aber nichts zu berichten, was eine nur einigermassen durchgreifende Gesetzmässigkeit beweisen könnte.

Wenn sich zur Ovulationszeit peritoneale Zotten neubilden und während der Intervalle wieder zurückbilden würden, so müsste man erwarten bei der Ovulationszeit nur junge Zellenplatten, in der Mitte zweier Katamenien nur streifiges oder welliges Bindegewebe aufzufinden. Das Studium der bei Peri-

tonitis auftretenden peritonealen Bindegewebswucherungen ergiebt, dass in einem Zeitraume von 10—13 Tagen (welcher der Mitte zwischen zwei Katamenien entspricht) die meisten neugebildeten Zellen in streifiges oder welliges Bindegewebe übergegangen sind. Nun lehrt die mikroskopische Untersuchung der tubo-ovarialen Bänder, dass dieselben zum Theil fast ausschliesslich aus fibrillärem Bindegewebe, zum Theil fast nur aus jungen, sogenannten Bildungszellen bestehen; dass aber meistens beide Formen in einem und demselben Individuum, ja häufig in demselben Ligament vermischt vorkommen. Das wichtigste Factum aber ist, dass Platten embryonaler Zellen in keinem Stadium vermisst werden und namentlich auch in den freien Intervallen der Katamenien vorkommen. Dies sagt aber, dass die Zellenneubildung auf der Peritonealfläche zu jeder Zeit stattfindet.

Nur darüber wage ich mich vorerst noch nicht auszusprechen, ob nicht vielleicht vor und bei den Katamenien eine üppigere Zellenneubildung erfolgt als inmitten des freien Intervalls?

Die weiteren Metamorphosen der Peritonealfortsätze anlangend, so lässt Pank dieselben zerreissen und durch Fettmetamorphose zerfallen.

Manchmal findet man reichlichen molekulären Detritus in den Platten, aber die gewöhnliche weitere Metamorphose ist gewiss eine andere. Wenn die Bindegewebsfortsätze in ein Entwicklungsstadium getreten sind, in welchem sie fast ausschliesslich aus fibrillärem Bindegewebe bestehen, schrumpfen sie, lagern sich dem Peritoneum an, senken gewöhnlich ihre freien Enden in dasselbe ein und verschmelzen schliesslich untrennbar mit der Fläche, aus der sie hervorgewuchert sind. Dadurch tragen sie zur Verdickung der zahlreichen Faserbündel bei, die sich in den Mesometrien in verschiedenster Weise durchkreuzen, sie vermehren die Zahl der Falten, die von den Ovarien zur Oberfläche der Mesometrien und in der letztern selbst hinziehen. Hieraus ergiebt sich eine auch anderweitig interessante Thatsache: dass freie Bindegewebswucherungen eines der Mittel darstellen, durch welches sich das Peritoneum an den inneren weiblichen Genitalien verdickt.

Da man jederzeit neben jungen peritonealen Zellenplatten auch geschrumpfte, dem Peritoneum mehr oder minder genäherte oder mit ihm bereits verschmolzene Platten und Faden und letztere ebensowohl vor und während der Katamenien,

als in grösserer Entfernung von denselben antrifft, so lässt sich behaupten:

> dass sich nicht blos fortwährend auf den Mesometrien neue Peritonealfortsätze bilden, sondern dass auch eine stete Rückbildung derselben und Verschmelzung mit den bereits bestehenden peritonealen Bindegewebslagen stattfindet.

Welches ist nun die physiologische Bedeutung des beschriebenen Bandapparates für die Einleitung des Ovulum in den Fransentrichter?

Wir sahen oben, dass nur relativ wenige Ligamente sich zwischen Tuben und Ovarien brückenartig ausspannen, dass vielmehr die überwiegende Mehrzahl unter der Form frei vorragender Zotten auftritt. Für einen geringen Procentantheil der letzteren lässt es sich durch die mitgetheilten Kriterien wahrscheinlich machen, dass sie durch Zerreissung brückenartiger Bänder entstanden sind; für die meisten lässt sich nur annehmen, dass sie isolirt auf dem Ovarium und der Tube hervorwucherten, ohne dass sie je einander erreichen und wechselseitig verschmelzen.

Der Effect von Ligamenten, die sich brückenartig zwischen der Tube und der Oberfläche des Ovarium ausspannen — des tubo-ovarialen Bandapparates — besteht zunächst darin, dass das Ovarium nach vorn umgelegt, seine Vorderfläche auf das Mesometrium gedrückt, seine freie Kante nach vorn gewendet wird. Wenn eine solche Anordnung überhaupt dazu dient, die Aberration eines Ovulum zu verhüten und die Einwanderung desselben in die Tube zu befördern, so kann man den Nutzen nur darin erblicken, dass ein grösserer Theil des Ovarium von dem segelartig ausgebreiteten Trichter und dessen Gekröse überdeckt wird. Jedenfalls darf man sich nur in wenigen Fällen einen solchen Effect von dem tubo-ovarialen Apparat versprechen, da er nur relativ selten vollkommen ausgebildet ist.

Eine viel wichtigere Rolle könnte der fimbrio-ovariale Bandapparat spielen, d. h. die Bänder, welche sich von dem Rande oder der Aussenfläche des Trichters zum basalen Rand oder der näheren Umgebung des Eierstockes herüberschlagen und insbesondere diejenigen, die sich auf dem Lig. ovarii anheften. Denn es ist klar, dass solche Bänder den Trichter sehr vollkommen über die Oberfläche des Ovarium ausbreiten und in dieser vortheilhaften Haltung erhalten müssen. Möchte

nun dann ein Ovulum an einer beliebigen Stelle des Eierstockes austreten, so käme es nothwendig sofort in directen Contact mit der Fimbrienschleimhaut und wäre damit allen Gefahren einer weiteren Wanderung entrückt. Eine Aberration wäre sicher verhütet.

Leider ist aber die Existenz brückenartiger Bänder zwischen Trichter und namentlich dem innern Ende des Ovarium keineswegs zweifelloses Factum. Pank erzählt zwar derartige Fälle, aber ich gestehe offen, dass ich nie Ligamente gesehen, die sich, was hier besonders wichtig, zwischen dem innern Ende des Ovarium oder dem Lig. ovarii und dem Fimbrienrande direct ausspannten. Ich habe nur Zotten an correspondirenden Puncten gesehen, von denen vermuthet werden kann, dass sie aus der Zerreissung brückenartiger Ligamente sich hervorbildeten.

So viel ist aber gewiss, dass in vielen Fällen an den wichtigen Stellen, dem Lig. ovarii, dem inneren Eierstocksende und dem der Medianlinie zugewendeten Rande des Trichters selbst die Zotten fehlen, zu einer Zeit, in der ihre Existenz allein von Bedeutung sein könnte, nämlich zur Zeit der Berstung eines Graaf'schen Follikels.

Die Zotten finden sich vielmehr oft gerade da, wo sie, wenn wirklich den Trichter fixirend, dessen freie Entfaltung über die ganze Oberfläche des Eierstocks eher verhüten dürften, nämlich auf den Narben älterer Corpora lutea, die ja bekanntlich an den verschiedensten Gegenden des Eierstockes sich befinden.

Dann kommen oft gerade die schrumpfenden Ligamente an dem Ovarium vor, in dem erst jüngst der Graaf'sche Follikel platzte, während auf oder neben dem andern Ovarium sich die jüngeren Platten finden.

Endlich finden sich peritoneale Fortsätze gewöhnlich auf oder neben beiden Ovarien, während doch nur eines das Ovulum producirt, zum Beweis, dass die angeblich prophylactische Production von Peritonealfortsätzen zum Theil ganz ohne bestimmtes Ziel erfolgt.

Um die Resultate der vorausgeschickten Studien zu recapituliren. so finden sich peritoneale Bindegewebswucherungen an den Mesometrien, besonders an den Ovarien und Tuben als constante Bildungen in allen Lebensaltern und in allen Stadien des Sexuallebens, sie bilden sich fortwährend, unabhängig von der Ovulation, neu und wieder zurück, zum Theil an Stellen, an denen sie die Einleitung des

Ovulum in den Trichter keineswegs zu befördern vermögen.

Nur in einer geringen Procentzahl von Fällen spannt sich brückenartig eine Anzahl von Bändern zwischen dem Rande des Trichters und dem Ovarium aus, um eine Art pseudomembranöser Kapsel um letzteres zu formiren.

Aber dieser letztere, für die Einwanderung des Ovulum scheinbar so vortheilhafte Befund ist gewiss nicht etwa das Resultat eines Vorganges, der nach einem weisen Plane der Natur prophylactisch geschieht, sondern nur das, gelegentlich einmal vortheilhafte, Nebenproduct eines Bildungsprocesses, der zur Ovulation in gar keiner Beziehung steht. Ich halte dafür, dass der Trichter, sei es chemisch durch das Secret, welches er über die Abschnitte des Peritoneum, denen er aufliegt, ausgiesst, sei es mechanisch durch seine Muskularbewegungen oder die Cilienschwingungen seiner Schleimhautfläche das Peritoneum reizt und damit in diesem eine Zellenneubildung, ganz wie bei einer Peritonitis, fortwährend anregt und unterhält. Da jedenfalls quantitative wie qualitative Differenzen in den chemischen oder mechanischen Reizen bestehen, so dürfte darin der Grund gesucht werden, dass in dem einen Fall der Bandapparat schwach, im andern stark entwickelt ist.

Jedenfalls ist es ein interessantes Factum, dass gerade an der einzigen Stelle, an der das Bauchfell perforirt ist, dem Ostium abdominale tubae, an der die Peritonealhöhle frei mit der Aussenwelt communicirt, sich constant die Spuren eines Processes vorfinden, den man Peritonitis nennen möchte, wenn es erlaubt wäre, einem constanten Vorgang diesen Namen beizulegen.

Leider ist der Process der Ueberwanderung des Ovulum in den Pavillon der directen Beobachtung und dem Versuch fast unzugänglich. Es entzieht sich eben das Ovulum durch seine Kleinheit der unmittelbaren Beobachtung. Und noch ist wohl Niemand so glücklich gewesen, die Genitalien eines lebenden Thieres gerade in dem Moment zu untersuchen, in welchem ein Follikel spontan geborsten ist, geschweige denn, dass man das Eichen auf die Fimbrienschleimhaut über-

treten sah. Das Einzige, was man wohl hier sehen könnte, wäre: die Beziehung des Trichters zum Ovarium im Momente der Follikularruptur uud der Process der Zerreissung des Follikels und des Austrittes von Liquor. So lange nun derartige glückliche Beobachtungen fehlen, müssen wir uns mit Hypothesen begnügen, die sich auf gewisse anatomische und physiologische Facta stützen.

1) Eine sehr wichtige hierher gehörige Thatsache ist die, dass, vermöge seiner anatomischen Construction, der Trichter nebst dem Tuben-Fimbriengekröse den Eierstock der Säuger mehr oder minder vollkommen bedeckt. Zwischen dem Aussenende des Eierstocks und der Spitze des Uterus steigt eine Duplicatur der hintern Platte des Mesometrium in die Höhe, bildet zunächst ein Gekröse für die Tube und geht dann in eine dünne Falte über — Plica fimbrio-uterina — deren vorderer Theil frei ist, deren hinterer dem langgestreckten vordern Fimbriengipfel zum Ansatz dient. Die Basis des Tuben-Fimbriengekröses liegt weiter nach aussen als der obere feine Rand, der überdem viel kürzer ist als jene und sich wie eine geschrumpfte Pseudomembran vom Trichter zum Uterus ausspannt. Zwischen diesem Gekröse und der obern Fläche der Ala vespertilionis bleibt eine mehr oder minder geräumige Tasche, die sich nach innen frei öffnet, nach aussen geschlossen ist. — Durch diese eigenthümliche Anordnung formirt der Trichter mit seinem Gekröse einen Vorhang, ein Segel, das für gewöhnlich die Eierstocksoberfläche bedeckt und sich ziemlich frei über derselben auszubreiten und zu verschieben vermag. Beim menschlichen Weib weiss man schon lange, dass der Trichter ziemlich vollkommen das Ovarium bedeckt, für das Kaninchen giebt es Rouget zu, für die Wiederkäuer, bei denen das Gekröse sehr ausgedehnt und der Trichter langgestreckt ist, kann ich dasselbe behaupten. Bei der Stute dagegen scheint der Trichter viel zu klein, um das voluminöse Ovarium zu decken. Beim Schwein zeichnet sich der Trichter durch eine sehr bedeutende Flächenentwicklung aus, und da sich der hintere Fimbrienzipfel um den hintern Rand des Ovarium bis zu dessen innerm Ende hin anheftet, ist der Eierstock wie in eine weite Haube sehr vollkommen eingehüllt. Bei den Raubthieren endlich findet sich eine vollkommene Ovarialkapsel, die nur nach innen hin von einer spaltförmigen Oeffnung durchbrochen wird. Aber diese Kapsel ist hier nicht durch eine Flächenausdehnung des Trichters entstanden, sondern geht aus einer starken Entwicklung des Tuben-Fimbriengekröses hervor, dessen ganzer Innenrand von dem Trichter

begrenzt wird, der sich vom vordern zum hintern Eierstocksende bogenförmig ausspannt. Das Lig. ovarii ist hier quasi geschrumpft und an die Spitze des Uterushornes gerückt, der freie Rand der Plica fimbrio-uterina ist auf ein Minimum reducirt und so legt sich eine viel vollkommnere Kapsel über das Ovarium als bei anderen Säugern.

2) Es wurde ferner von Rouget — wie es scheint mehr nach anatomischen Untersuchungen als nach directen physiologischen Beobachtungen — den Muskelfasern der Fimbrien und deren Gekröse die Rolle beigelegt, die Bedeckung des Ovarium durch den Trichter zu completiren und zu erhalten. Wenn man die Bewegungen des Trichters und seines Gekröses bei einem frisch getödteten Thiere untersucht, so sieht man allerdings Bewegungen derselben zu Stande kommen, man überzeugt sich, dass der Trichter, namentlich auf angebrachte Reize, sich langsam über der Oberfläche des Ovarium herschiebt. Diese Ortsbewegungen sind doppelter Art: 1) führen sie zu einer vollkommenen Bedeckung des Eierstocks, einer Entfaltung des Pavillons über die Ovarialfläche; 2) bestehen sie in einer Retraction des Pavillons von dem Gipfel des Ovarium gegen dessen Basis. Ich habe bei Kaninchen, Rindern und Schafen oft genug den Trichter vorsichtig gegen den Eierstocksrand verschoben. Bald blieb er nun hier ruhig liegen, bald breitete er sich nachträglich wieder über die Oberfläche des Eierstockes aus. Wenn man also auch zugeben muss, dass Muskelkräfte den Trichter auszubreiten vermögen, ja selbst durch Verschiebung der Fimbrien erratische Ovula secundär wieder aufgefangen werden können, so muss man doch festhalten, dass in einer Reihe von Fällen sich eine für die Zwecke des Auffangens der Eier vortheilhafte Locomotion des Pavillons nicht demonstriren lässt.

3) Durch die Gegend, an welcher der Graaf'sche Follikel sich entwickelt, an welcher das Ovulum austritt, wird die Einwanderung des Eies in den Pavillon wesentlich erleichtert, resp. gesichert. Der Ort, an dem die Follikel am häufigsten sich entwickeln und bersten, ist derselbe, an den sich die Fimbrien direct anheften oder den sie doch am constantesten bedecken — ein Factum, das man bis dahin wenig beachtet hat. Unter 40 jüngeren Corpora lutea des Rindes fand ich, dass deren Carunkeln hervorragten: 16 mal an der äussern Hälfte der Eierstockskante, 11 mal an der Mitte, 3 mal an der innern Hälfte derselben, 5 mal an der Vorderfläche, 5 mal an der Rückfläche des Ovarium; beim Schafe in 20 Fällen 10 mal an der äussern

Hälfte und der Mitte, 2 mal an der innern Hälfte der Kante, 4 mal an der Vorderfläche, 4 mal an der Rückfläche des Eierstockes. Die Carunkeln der gelben Körper entsprechen aber bekanntlich den Rissstellen der Graaf'schen Follikel. —

4) Die Eier, welche trotz dieser Hülfsmittel die Fimbrienschleimhaut nicht sofort nach ihrem Austritt erreichen, lässt eine neueste Theorie durch die Kraft der Cilienschwingungen der Fimbrienschleimhaut wieder auf den richtigen Weg zurückgeführt werden. Die Flimmercilien des Trichters sollen eine Strömung in der serösen Flüssigkeit erregen, in welche sie hineintauchen und die sich über der freien Peritonealfläche ausgebreitet hat. Und durch das Mittel dieser epiperitonealen Flüssigkeitsströme sollen sie auf die ausgetretenen Ovula wirken, eine attraktorische Distanzwirkung äussern, dieselben auf die Fimbrien führen und weiterhin in den Tubencanal fortschieben.

Eine anerkannte Autorität, Herr Prof. Kussmaul, hat diese Ansicht in einem vortrefflichen Aufsatze (s. Monatsschrift für Geburtskunde. 1862. Bd. 20. p. 301) aufgestellt und die Cilienkräfte auch für den Mechanismus der Ueberwanderung der Eier verwerthet.

Bei der Wichtigkeit der Sache schien mir eine experimentelle Prüfung dieser Angabe nöthig und glaubte ich zunächst für die Maximal-Grösse der Distanzwirkung der Flimmercilien überhaupt einen bestimmten mathematischen Ausdruck aufsuchen zu müssen. Zu dem Zweck stellte ich mehrere Beobachtungen an flimmernden Häuten an und zwar benutzte ich vorzugsweise die mit zahlreichen Reihen mächtiger Cilien armirten Kiemen von Lamellibranchiaten z. B. unserer einheimischen Anodonten.

Man schneidet ein kleines Kiemenstück aus dem frisch getödteten Thiere. Durch eine entsprechende Schnittrichtung werden die Kiemenfurchen geöffnet, man sieht lange Reihen von Flimmerhaaren an den freien Rändern vorspringen und gewinnt damit eine Profilansicht der Cilien. Ausserdem bedarf man ein kleines Stück Peritoneum, am besten von irgend einer Falte, dem Lig. suspensorium hepatis oder dergl., das man in der Mitte zusammenschlägt, um einen glatten und scharfen Rand zu erhalten.

In einem ersten Versuch wurde ein Stück frischer lebhaft flimmernder Kieme nach genügendem Zusatz von Wasser bei 80maliger Vergrösserung ohne aufgelegtes Deckglas mikroskopisch untersucht. Man sah nun, dass Zellen und andre kleine Körper, welche in der die Cilien umspülenden Flüssigkeit

schwammen, nach Herstellung des Gleichgewichts im Wasser, auf eine gewisse Entfernung von der flimmernden Fläche angezogen wurden und aus verschiedenen Richtungen her in einen Strom eintraten, der längs des vibrirenden Randes hinfloss. Wo die Flimmerhaare aufhörten, entfernten sich die schwimmenden Körper von ihrer bis dahin eingehaltenen Bahn und flossen in einem Bogen nach aussen, um entweder bald ruhig liegen zu bleiben oder mit einem andern Strom, auswärts vom vorigen und viel langsamer, als in diesem, in die Gegend zurückzukehren, wo sie früher gelegen hatten. Ihr Weg beschrieb dabei einen Kreis, eine Ellipse oder eine verschiedene, in sich selbst zurücklaufende Curve.

Die äusserste Distanz, aus der die feinsten im Wasser suspendirten Moleküle von den Cilien der Anodonten-Kiemen noch angezogen wurden, kam dem Durchmesser des Gesichtsfeldes vom Mikroskope bei 80maliger Vergrösserung gleich. Doch wurden nur die Moleküle, welche bis zum halben Durchmesser des Gesichtsfeldes von der flimmernden Fläche entfernt lagen, in eine lebhaftere Strömung versetzt, über diese Grenze hinaus waren die Bewegungen sehr langsam und unkräftig und bedurfte es einer fortgesetzten Betrachtung einzelner Moleküle und einer ganz bestimmten Einstellung des Mikroskopes, um nur überhaupt noch die fortschreitende Molekularströmung zu sehen. Der Durchmesser des Gesichtsfeldes bei 80maliger Vergrösserung entsprach einer wirklichen Länge von zwei Millimetern.

In einem zweiten Versuche wurde ein Stückchen Peritoneum rechtwinklig zu seinem durch Zusammenschlagen entstandenen Rande durchschnitten und an den scharf abgeschnittenen Rand einer Kieme gelegt, an deren anderm Rand zahlreiche Cilien vibrirten. Der flimmernde Rand der Kieme setzte sich auf den nicht flimmernden Peritonealrand unmittelbar fort.

Nun zeigte es sich, dass auch hier ein schmaler Wasserstrom an der ganzen flimmernden Fläche herfloss. Derselbe entsprang nicht unmittelbar an der Stelle, wo der flimmernde Rand aufhörte, sondern auf dem angrenzenden Peritonealrande. Moleküle, die höchstens 2 Mm. wirklicher Entfernung von der Grenze der Cilienfläche auf oder nahe dem Peritoneum lagen, wurden noch in den Strom hineingezogen, die weiter entfernten blieben ruhig liegen.

In einem dritten Versuche wurde der flimmernden Kiemenfläche ein Stück Peritoneum so gegenüber gelegt, dass sich die Spitzen der Cilien letzterem zuwendeten.

Wenn der flimmernde Rand dem des Peritoneum sehr nahe gerückt wurde und parallel mit ihm verlief, so bewegte sich in dem dadurch gebildeten engen Canal ein einfacher Flüssigkeitsstrom in der Richtung der Cilienschwingungen. Derselbe entsprang auf dem längern Peritonealrande und zog Moleküle fort, die höchstens 2 Mm. wirklicher Distanz von der äussersten Grenze der Cilienfläche lagen.

Wurden beide Ränder etwas weiter von einander gerückt, so entstand ein Strudel, d. h. die suspendirten Moleküle bewegten sich meist in Wellenlinien an dem flimmernden Rande her, wendeten sich aber da, wo die gegenüberliegenden Ränder sich einander näherten oder von einander entfernten, in einem Bogen gegen den Peritonealrand und flossen, viel langsamer als vorher, längs desselben bis zur Stelle zurück, wo sie zuerst an die Cilienfläche getreten waren. Von hier aus begannen sie dann aufs Neue ihren Kreislauf.

Bei diesen Beobachtungen lernt man einige weitere Thatsachen kennen:

1) Die Geschwindigkeit, mit der sich die im Wasser schwimmenden Moleküle in den Strudel hinein und mit demselben fortbewegen, nimmt mit ihrer zunehmenden Grösse ab.

2) Die Moleküle bewegen sich um so langsamer gegen die mit Cilien besetzte Fläche, je weiter sie von derselben entfernt lagen.

3) Die Grösse der Distanzwirkung der Cilienschwingungen nimmt mit der zunehmenden Masse der suspendirten Körper ab. Moleküle werden noch von Orten her in die Strömung eingelenkt, an denen grössere Körper wie Zellen und Zellenhaufen unbeweglich ruhen.

Ovula verschiedener Säugethiere wurden nicht blos nicht von der Cilienfläche der Anodonten-Kiemen angezogen, sondern blieben auch, wenn von den Flimmerhaaren unmittelbar gepeitscht, regungslos liegen.

4) Bewegungen des flimmernden Organs oder des gegenüberliegenden Peritonealstückes üben einen viel bedeutenderen Einfluss auf die umspülende Flüssigkeit und deren Moleküle als die Flimmercilien. Sie bewirken Aenderungen in der Gleichgewichtslage der Flüssigkeit und erregen Strömungen von grosser Ausdehnung, bald im Sinne der Cilienschwingungen, bald in entgegengesetzten Richtungen.

Die Flimmerhaare in den Kiemen der Anodonten gehören bekanntlich zu den längsten, die man überhaupt beobachtet. Sie übertreffen bedeutend an Länge die Cilien auf der Fimbrienschleimhaut unserer Säuger und lassen sich deshalb die

an ersteren gewonnenen Erfahrungen auf die Effecte der letzteren anwenden.

Die Maximalgrösse der Distanzwirkung der Flimmerhaare auf die kleinsten Moleküle überschreitet nicht 2 Millimeter; Ovula werden von den Flimmercilien der Anodonten nicht bewegt.

Dies sind die beiden wichtigsten Erfahrungen, die wir so eben gewonnen haben,

Um nun aber die Frage bezüglich der Wirkung der Fimbriencilien auf die Ovula zur vollen Entscheidung zu bringen, experimentirte ich mit Fimbrien von Kaninchen, die sowohl bei der Gestation, wie im nicht trächtigem Zustande mit flimmernden Haaren ausgekleidet sind. Der Trichter wurde sofort nach dem Tode des Thieres ausgeschnitten und mit seiner Schleimhautfläche bald ausgebreitet, bald am Rande auswärts umgebogen, auf ein Objectglas gelegt, das mit einigen Tropfen Liquor folliculi befeuchtet und in einem Luftbade auf 32^0 erwärmt worden war. Ohne aufgelegtes Deckglas wurde das Object bei 80maliger Vergrösserung betrachtet. Man sah die Cilien am Fimbrienrande lebhaft (abwärts) schwingen und kleine Körperchen im umgebenden Wasser peitschen. Aber die Distanzwirkung der Cilienschwingungen erreichte für die kleinsten Moleküle kaum den vierten Theil vom Gesichtsfelde des Mikroskopes $= {}^1/_2$ Mm. Ovula des Kaninchens blieben, selbst unmittelbar mit den Fimbrien-Cilien in Contact gebracht, vollkommen ruhig liegen und wurden noch viel weniger auf Distanz angezogen.

Offenbar stellt nun dieser, stets mit demselben Erfolge wiederholte Versuch durch seine ganze Anordnung alle Bedingungen her, wie sie in natura bestehen. Das Objectglas mit seiner Flüssigkeit vertritt die Stelle des Ovarium nebst dem Liquor folliculi und dem epiperitonealen Flüssigkeitsstratum; ein Ovulum, die vibrirende Fimbrie, selbst die nöthige Wärme ist da, und wenn auch der excidirte Trichter nicht mehr von Blut versorgt wird, so möge man doch bedenken, dass die Cilien in einer gewissen Unabhängigkeit von der normalen Blutzufuhr fortzuschwingen vermögen.

Aus diesen Versuchen glaube ich die Motive zu dem Schlusse entnehmen zu dürfen:

Dass die Flimmercilien der Fimbrien keine anziehende Distanzwirkung auf das Ovulum zu üben vermögen. Ja ich bezweifle sogar, dass sie ein Ei, welches selbst auf der flimmernden Fläche liegt, in den Tubencanal

fortzuschieben im Stande sind. Doch bedarf letztere Behauptung noch weiterer Prüfung.

Indem ich also mit Kussmaul darin übereinstimme, dass die Flimmerhaare des Trichters eine, freilich sehr geringe, Flüssigkeits- und Molekularströmung in der serösen Flüssigkeit auf dem angrenzenden Peritoneum erregen, muss ich nach meinen Versuchen das Ei als ein Gebilde bezeichnen, das viel zu gross ist, um von den Cilienschwingungen des Trichters durch das Mittel von Flüssigkeit, ja wahrscheinlich nicht einmal unmittelbar, nach hergestelltem Contact, in Bewegung gesetzt zu werden.

Um den Mechanismus der Einwanderung des Ovulum ganz zu übersehen, müssen wir schliesslich noch die Frage erörtern: Welche Kraft treibt das Ovulum in den Trichter? Die Spontanberstung des Graaf'schen Follikels ist das Resultat vorbereitender Metamorphosen der vorragenden Follikelwand und der acuten Hydropsie, des verstärkten Seitendruckes des Liquor folliculi.

Untersucht man einen Graaf'schen Follikel auf dem Höhepunct seiner Entwicklung, so entdeckt man auf dem Gipfel desselben beiläufig an der Mitte der vorragenden Halbkugel einen kleinen rundlichen oder länglichen, manchmal in einen oder mehrere Fortsätze auslaufenden Fleck, der dadurch, dass hier der Liquor stärker durchscheint, ein dunkleres Aussehen gewinnt als seine Umgebung. Man könnte ihn die Macula pellucida folliculi Graafiani nennen. Bei der Profilansicht von Durchschnitten überzeugt man sich, dass hier nicht blos die Bindegewebsschichten des Peritoneum und der Albuginea dünner sind als in der näheren Umgebung, sondern namentlich auch, dass die perifollikuläre Zellenschicht, durch deren Hypertrophie der gelbe Körper entsteht, gegen diesen Punct hin merklich an Dicke abnimmt, um als ein sehr dünnes Stratum darüber hinwegzusetzen, sowie endlich, dass hier die warzigen und faltenförmigen Zellengruppen fehlen, die am übrigen Umfang der genannten Zellenschicht gegen die Höhle des Follikels vorspringen.

Ausserdem sind, wie bereits Allen Thompson erwähnt, die Gefässnetze an dieser Macula weitmaschiger und die Capillarien enger als in der Umgebung. Kurz, es bildet sich am reifenden Follikel eine schwache Stelle hervor, anatomisch prädisponirt zur Berstung, gerade so wie das Stigma an den Follikeln der Vögel.

Die Mürbheit, die grössere Zerreisslichkeit der Gewebe, welche im Gefolge einer jeden, einige Zeit bestehenden (hier

menstruellen) Hyperämie, eintritt, mag ebenfalls als ein Moment wirken, das die Follikularruptur vorbereitet und erleichtert.

Als zerreissende Kraft muss man füglich den Seitendruck des Liquor betrachten, dessen Grösse natürlich mit der Menge des Wassers während der Reifung des Follikels zunimmt, nicht aber, wie Rouget wollte, die Contraction glatter Muskelfasern, die zwingenartig die Follikel umfassen und zusammendrücken sollen. Denn abgesehen davon, dass der physiologische, experimentelle Beweis dieser These bis jetzt fehlt, haben neuere Untersuchungen eines sehr genauen Beobachters, Dr. Schrön in Erlangen, glatte Muskelfasern nur in den Gefässen, nicht aber dem Stroma des Ovarium statuirt.

Als Kraft, welche das in die Discus-Zellen eingebettete Ei mit dem Liquor folliculi austreibt, dürfen wir gewiss mit Prof. Leuckart (s. dessen berühmten Artikel „Zeugung" in Wagner's Hndwrtrbch) die Elasticität der Follikelwände ansehen, welche sich im Momente der Berstung retrahiren. Indem die Elasticität der Wände plötzlich zur freien Wirksamkeit kommt, wird das Ei gleichsam ejaculirt. Man darf sich vorstellen, dass es mit seinem Liquor fontänenartig hervorquillt, ähnlich wie Barry und Bischoff den Vorgang beschreiben und Ersterer auch figürlich darstellt, wenn der Follikel durch ein Compressorium gedrückt oder mit einer Nadel angestochen wird.

Und gewiss kommt in den meisten Fällen das ausgeschleuderte Ei sofort auf die Schleimhaut des Trichters oder in die Peritonealtasche des Tuben-Fimbrien-Gekröses, welche beide sich segelartig über den grössten Theil der Eierstocksfläche ausbreiten. — Die Einwanderung des Säugethier-Eies ist bei der anatomischen Anordnung des Leitungsapparates gewiss geringeren Fatalitäten ausgesetzt als beispielsweise bei den Batrachiern, wo nicht blos ein grosser räumlicher Zwischenraum Ovarien und Tubenmündungen trennt, sondern auch ein eigenthümlich geformter Trichter fehlt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechte Hälfte der innern weiblichen Genitalien eines Rindes, in natürlicher Grösse, mit ausgebildetem ovarialen und tubo-ovarialen Bandapparat, von oben betrachtet (Fall 19, s. oben). Die Buchstaben wie in Fig. 3.

Fig. 2. Elemente der Peritonealfortsätze an den inneren Genitalien des Rindes, 400 mal vergrössert. Bildungszellen, Zellen im Theilungsacte, spindel- und sternförmige Zellen, welliges kernhaltiges Bindegewebe.

Fig. 3. Innere Genitalien einer Kuh, $^1/_4$ natürl. Grösse. Hydrops tubae Fallopianae et infundibuli dextr. Pseudomembranen an der Oberfläche des rechten Mesometrium und des Uterus (Fall 20).

a Hals, *b* Körper des Fruchthälters, *c* rechtes, *c'* linkes Horn, *d* rechte Tube, in Fig. 3 hydropisch, in Fig. 1 normal. *e* Trichter, in Fig. 3 hydropischer Fimbriensack, *f* rechter, *f'* linker Eierstock, *g* rechtes, *g'* linkes Mesometrium, *h* Pseudomembranen, deren hintere Partie auf das linke Mesometrium hinübergeschlagen, *i* neugebildeter tubo-ovarialer Bandapparat, *k* Ovarialplatten.

Ueber das Verhältniss der bei der Muskelthätigkeit auftretenden Wärmeproduction zu der geleisteten Arbeit.

Von

Inspector Dr. **Meyerstein**

und

Dr. **L. Thiry,**

Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen.

(Hierzu Taf. IV.)

Während der Muskel thätig ist, erleiden seine physikalischen sowie seine chemischen Eigenschaften eine Reihe wesentlicher Veränderungen. Es ist bekannt, dass im contrahirten Zustande der Muskel eine andere Elasticität besitzt und dass andererseits sein electromotorisches Verhalten Erscheinungen zeigt, welche er im ruhenden Zustande nicht darbietet. Die chemischen Vorgänge, von welchen die Thätigkeitsäusserung des Muskels begleitet ist, sind zwar nur nach bedeutenderen Muskelanstrengungen nachweisbar; dieselben müssen jedoch bei noch so schwacher Muskelthätigkeit ebenfalls vorausgesetzt werden, wenn wir sie auch unter diesen Umständen wegen ihrer Geringfügigkeit mit unseren Hülfsmitteln nicht mehr aufzufinden vermögen, und sie sind gewiss ebenso nothwendig mit jeder Muskelcontraction verbunden, wie die zuerst erwähnten Veränderungen der Elasticität und des electromotorischen Verhaltens.

Eine weitere Erscheinung, welche dem thätigen Muskel angehört, ist die Wärmeentwickelung. Diese ist bis jetzt, was ihren Zusammenhang mit den übrigen bei der Muskelthätigkeit auftretenden Erscheinungen betrifft, noch nicht genau erforscht. Insbesondere aber fehlt es, wenn man schon im Allgemeinen weiss, dass, je energischer die Muskelcontraction,

desto bedeutender die Wärmeentwickelung, doch an zuverlässigen Beobachtungen darüber, in welchem Verhältniss die Wärmeentwickelung zu der Arbeitsgrösse des Muskels steht. Ebenso ist nichts Bestimmtes darüber bekannt, wie sich die Wärmeproduction gestaltet, wenn der Muskel unter verschiedenen Bedingungen sich contrahirt, sich frei zusammenzieht oder ein Gewicht zu heben gezwungen ist.

Die ersten genauen Untersuchungen über die bei der Muskelaction entstehende Wärme wurden bekanntlich von Helmholtz *) gemacht; er begnügte sich jedoch, die Thatsache der Wärmeentwickelung einfach festgestellt zu haben.

Die weniger exacten früheren Beobachtungen von Becquerel und Breschet **) übergehen wir, weil sie wegen der der Methode anhaftenden Fehler nicht streng beweisend waren, obgleich sie ebenfalls überhaupt nur das Factum der Wärmeentwickelung im thätigen Muskel feststellen sollten.

Aehnliches kann man wohl von den Methoden Béclard's ***) behaupten, welche dieser neuerdings beim Menschen in Anwendung brachte. Er wollte entscheiden, wie die Wärmeproduction sich verhält beim blossen Tragen eines Gewichtes (statische Leistung) und wie beim Heben desselben Gewichtes (dynamische Leistung). Nachdem seine Bemühungen, beim Frosch vermittelst Thermosäulen, mit welchen er nur die Temperaturerhöhung des thätigen Muskels überhaupt sah, eine Beziehung der producirten Wärmemenge zu der statischen oder der dynamischen Leistung aufzufinden, vergeblich gewesen waren, so versuchte er durch ein feines Thermometer, welches er über dem M. biceps seines Oberarms befestigte, dem er dann ein Gewicht zu tragen oder zu heben gab, bessere Resultate zu erzielen. Auf die Arbeit Béclard's werden wir später wieder zurückzukommen haben.

Den bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse richtigsten Weg hat Solger †) eingeschlagen, welcher mit einem verbesserten strommessenden Instrument (einer Wiedemann'schen Boussole) an Froschmuskeln Versuche angestellt hat, anfänglich in der Absicht, um das Verhalten der Wärmeerzeugung zu prüfen, einmal, wenn der Muskel sich frei contrahirt und

---

*) Mueller's Archiv. 1848.

**) Annal. d. scienc. nat. 2e série, t. III. p. 257 u. t. IV. p. 243. 1835.

***) De la contraction musculaire dans ses rapports avec la température animale. Paris. 1861.

†) De musculi calore. Diss. inaug. Vratislav. 1862. Studien des Breslauer physiolog. Instituts. Von Heidenhain. Leipzig. 1863. p. 125.

ein anderes Mal, wenn er ein Gewicht zu heben gezwungen ist. Diese Aufgabe konnte nicht gelöst werden, weil sich unerwartete Schwierigkeiten zeigten, welche theils in den gebrauchten Apparaten, theils in den Muskeln selbst lagen. Das wesentlichste Resultat der Solger'schen Arbeit ist dasjenige, dass er gezeigt hat, dass der Muskel, während er thätig ist, nicht allein Wärme entwickelt, sondern auch im Anfange der Contraction eine Ablenkung des Magneten im Sinne einer Temperaturabnahme, die sogen. negative Wärmeschwankung, bewirkt. Solger gibt an, dass diese sogen. negative Wärmeschwankung nicht immer wahrzunehmen sei und dass sie besonders an den Muskeln sehr kräftiger Frösche (Herbstfrösche) fehle. Auf alle diese Punkte müssen wir später wieder zurückkommen, und für jetzt soll nur erwähnt werden, dass wir im Wesentlichen die Beobachtung Solger's bestätigen können.

Die Solger'sche Dissertation wurde uns im Anfange des Monats Februar d. J. durch die Güte des Herrn Prof. Heidenhain, unter dessen Leitung dieselbe gemacht worden war, zugeschickt; sie war schon im December 1862 erschienen, also fast zwei Monate, bevor die vorläufige Notiz über unsere Untersuchungen, in welcher wir uns weitere Mittheilungen in einer ausführlicheren Arbeit vorbehielten, gedruckt wurde (Göttinger gelehrte Anzeigen. 1863. Nr. 2). Wir erkennen deswegen gerne an, dass Hr. Prof. Heidenhain vollständig in seinem Rechte ist, wenn er trotz unseres Vorbehaltes die von Solger unter seiner Leitung begonnene Arbeit weiter fortzuführen beansprucht, und wir können ihm nur beistimmen, wenn er in einer der im letzten Hefte der Breslauer Studien abgedruckten Solger'schen Arbeit beigefügten Anmerkung sagt, dass eine baldige Erschöpfung der sich an die Wärmeproduction des thätigen Muskels anknüpfenden Fragen noch nicht so bald zu fürchten ist. Niemand fühlt mehr, wie vieler Kräfte es noch bedarf, um in dieses Gebiet vollständige Klarheit zu bringen, als Derjenige, welcher sich selbst mit den betreffenden Untersuchungen beschäftigt hat.

In unserer vorläufigen Mittheilung (a. a. O.) haben wir ausdrücklich bemerkt, dass an dem zu unseren Untersuchungen gebrauchten Meissner-Meyerstein'schen Galvanometer*) keine Veränderungen vorgenommen wurden und dass nur die Rolle mit vielen Windungen aus dünnem Draht mit einer solchen aus nur wenigen Windungen von dickerem Draht verwechselt wurde. Wir experimentirten in dieser Weise längere

*) S. Zeitschr. f. rat. Medicin, 3te R. Bd. XI. p. 3.

Zeit, bis wir endlich, um verschiedene Uebelstände (Declinationsschwankungen) zu vermeiden, an dem beweglichen Magneten eine weitere Veränderung anbrachten, auf welche der Eine von uns von Helmholtz aufmerksam gemacht worden war. Das Galvanometer war demnach für die in dieser Arbeit beschriebenen Thermoversuche folgendermassen eingerichtet. Die Rolle bestand aus zwei gleich dicken, 1,09 Mm. im Durchmesser haltenden Kupferdrähten, welche nebeneinander aufgewickelt waren und von denen ein jeder 219 Windungen machte. Die Drähte konnten auf zweierlei Arten mit einander verbunden werden, entweder so, dass der elektrische Strom einen nach dem anderen, also 438 Windungen, durchlaufen musste, oder so, dass derselbe in beiden gleichzeitig verlief, was also gerade so wirkte, als hätte man einen doppelt so dicken Draht mit halb so vielen Windungen gebraucht. Wir haben ausschliesslich die letzte Art der Anordnung, die günstigste für Thermoströme, verwendet. Der Dämpfer, welcher auch bei unseren Versuchen eine ausserordentliche Ersparniss an Zeit und Mühe gewährte, war so, wie er von Meissner und Meyerstein in der citirten Abhandlung beschrieben wurde.

Im Anfange unserer Untersuchungen hatten wir, wie erwähnt, nur einen beweglichen Magneten, welcher mit dem Spiegel auf die bekannte Art (siehe Meissner u. Meyerstein a. a. O.) verbunden war und sich innerhalb der Rolle bewegte. Da wir aber diesem Magneten durch starke Annäherung der Hülfsmagnete einen hohen Grad von Astasie verliehen hatten, so mussten wir von den Variationen des Erdmagnetismus ausserordentlish viel leiden, und dieses war um so unangenehmer, da sich die Beobachtung der durch die Muskelthätigkeit bewirkten Temperaturveränderungen über eine Zeit von wenigstens 10 Secunden erstreckte *). Dass unter solchen Umständen nur mit Mühe und sehr zahlreichen Wiederholungen der Versuche übereinstimmende Resultate zu erzielen waren, sieht man leicht ein. Wir dachten deswegen daran,

*) Meissner und Cohn (Zeitschr. f. rat. Medicin 3te R. Bd. XV. p. 30) machten die Variationen des Erdmagnetismus dadurch unschädlich, dass sie jedesmal, wenn eine Veränderung des Ruhestandes des Magneten vermuthet wurde, die Stromesrichtung umkehrten und die Differenz der beiden Stände des Magneten halbirten, wodurch der augenblickliche Ruhestand gefunden wurde. Von dieser Methode konnten wir keinen Gebrauch machen, weil wenigstens 10 Secunden lang der Gang des Magneten ungestört beobachtet werden musste und während dieser Zeit durchaus keine anderweitigen Einflüsse, welche die genau zu messende Ablenkungsgrösse auch nur um ein Geringes hätten verändern können, auf jenen einwirken durften.

die oben erwähnte Helmholtz'sche Einrichtung zu treffen und durch Anbringung eines zweiten Magneten, welchen wir mit entgegengesetzten Polen unmittelbar unter dem Spiegel (ausserhalb der Drahtwindungen) befestigten, wie beim Nobili'schen Multiplicator, ein astatisches System herzustellen, durch welches die Variationen des Erdmagnetismus ganz unschädlich gemacht wurden, ohne dass wir irgend einen der übrigen Vortheile des Galvanometers aufzugeben genöthigt gewesen wären. Wir behielten die Hülfsmagnete bei, um die durch die feste Verbindung zweier Magnete mit entgegengesetzt gerichteten Polen nie vollkommene und bei unserem Instrumente ganz unvollständig gelassene Astasie willkürlich erhöhen zu können.

Die Schwingungsdauer des astatischen Systems betrug während der ganzen Untersuchung 10,5 Secunden, was, obgleich dieselbe (vermittelst der Hülfsmagnete) noch hätte erhöht werden können, vollständig hinreichend war.

Die Entfernung der Scala vom Spiegel war 2150 Mm. Das Fernrohr vergrösserte stark (20fach) und man las mit Leichtigkeit noch einen $^1/_{10}$ Scalentheil ab.

Hinsichtlich der Thermosäule blieben wir, nachdem wir Combinationen verschiedener Metalle (u. A. Platin und Eisen) geprüft hatten, für unsere definitiven Versuche bei der Verbindung von Argentan und Eisen stehen, weil sich aus diesen beiden Metallen die bei weitem empfindlichsten Säulen verfertigen liessen. Wir wählten eine Form derselben, welche von der Helmholtz'schen durchaus abwich. Die Säule, mit welcher wir ausschliesslich gearbeitet haben und welche, was die Empfindlichkeit betrifft, Nichts zu wünschen übrig liess, war zweielementig. Sie bestand aus sehr schmalen Argentan- und Eisenstreifen, welche an den Löthstellen, ohne dass die Löthung Schaden litt, spitz zugefeilt waren, so dass sie mit Leichtigkeit in den Muskel eingestossen werden konnten, ohne diesen unnöthig zu zerreissen. In der Fig. 2. Taf. I. bedeutet das Schraffirte Eisen und das nicht Schraffirte Argentan. Die Säulenenden waren durch Löthung mit cylindrischen Messingstäbchen (s. d. Fig. 2. *S*) verbunden, welche auf eine gewissen Bewegungen der Säule nicht hinderliche Weise die Leitung zum Galvanometer vermittelten. Das Ganze war, indem die einzelnen Theile durch einen Ueberzug von Siegellack und dazwischengelegte Seide von einander isolirt wurden, in eine hölzerne Kapsel eingeschlossen, in der Art, dass allein die Löthstellen und die messingenen Leitungen aus derselben hervorragten (Fig. 3).

Um mit Sicherheit zu wissen, auf welche Empfindlichkeit von Seiten unseres Apparates wir zu rechnen hätten, bestimmten wir bei einer später nicht zu verändernden Schwingungsdauer des beweglichen astatischen Systems und bei einer bestimmten Entfernung der Scala vom Spiegel des Galvanometers, wie gross die Temperaturdifferenz zwischen den zusammengehörigen Löthstellen sein musste, um eine durch das Fernrohr beobachtete Ablenkung des Magneten um einen Scalentheil zu bewirken. Zu diesem Zweck gebrauchten wir zwei Glasgefässe, von denen ein jedes nahe am Boden einen Tubulus hatte. In diesen wurde je ein Säulenende eingekittet, zu welchem Zwecke die hölzerne Kapsel auf beiden Seiten cylindrisch abgerundet war. Nun wurden die Glasgefässe mit Quecksilber gefüllt, bis die wohlgefirnissten in dieselben bis fast in die Mitte hineinragenden Säulenspitzen von Quecksilber ganz bedeckt waren. In der oberen Oeffnung der Glasgefässe wurden mit Körken zwei feine in $^1/_{10}$ Grade getheilte und vorher sorgfältig verglichene Thermometer eingesetzt, so dass ihre Kugeln unmittelbar neben den Säulenspitzen vollständig unter Quecksilber tauchten. Die Gradtheilung der Thermometer war so beschaffen, dass man noch bequem $^1/_{100}$ Grad abzuschätzen vermochte. Dieselben wurden zu genauer Vergleichung zu gleicher Zeit in ein und dieselbe Portion Quecksilber getaucht, wobei es sich herausstellte, dass die Thermometer nur um $0{,}03^0$ C. differirten, welche Differenz jedesmal in Rechnung gebracht wurde. Die Leitung von der Thermosäule zum Galvanometer war die gleiche, wie sie später bei den Versuchen mit dem Muskel gebraucht wurden; weder eine Klemmschraube noch ein Draht wurde späterhin gewechselt, um die Widerstände der Leitung unverändert zu behalten und zu jeder Zeit eine gefundene Ablenkungsgrösse auf eine ein für allemal bestimmte Temperaturdifferenz reduciren zu können. Die beiden Portionen Quecksilber, in welche die Thermosäule und die Thermometer eintauchten, zeigten niemals völlige Temperaturgleichheit, und es war deshalb auch nicht nöthig, die eine der beiden Portionen besonders zu erwärmen. Da aber der Temperaturunterschied einem fortwährenden Wechsel unterworfen war, so wurden immer die Thermometerstände und die Ablenkungsgrössen des Magneten (von zwei Beobachtern) zu gleicher Zeit abgelesen und notirt. Die Art der Beobachtung war folgende: Zuerst bemerkte man sich den Ruhestand des Magneten, hierauf wurden nach Schliessung des Thermostromes die Grösse des Ausschlages und die Thermometerstände notirt; nun wurde der Strom vermittelst eines in die Leitung einge-

schobenen Stromwenders umgedreht, die Thermometer abgelesen und zugleich die Ablenkung des Magneten nach der anderen Seite hin bemerkt, worauf wieder nach Unterbrechung des Stromes die Ruhestellung des Magneten abgewartet wurde. Eine solche Beobachtung dauerte höchstens zwei Minuten und man hatte es besonders der Raschheit, mit welcher der Magnet durch den Dämpfer zur Ruhe gebracht wurde, zu danken, dass, obgleich immer vollständige Ruhe abgewartet wurde, dennoch nicht längere Zeit dazu erforderlich war. Zu der Berechnung, wie gross die Temperaturdifferenz der Löthstellen der Thermosäule sein muss, um eine Ablenkung des Magneten um einen Scalentheil zu bewirken, braucht man eigentlich die Beobachtung des Ruhestandes des Magneten nicht. Man braucht nur die Ablenkung nach den kleinen Zahlen der Scala von der, nach Umwendung des Stromes, nach den grossen Zahlen erfolgenden Ablenkung zu subtrahiren, um die Grösse des Ausschlages für das Mittel aus den beiden Thermometerbeobachtungen zu bekommen. Dividirt man die mittlere Temperaturdifferenz mit der Ablenkungsgrösse des Magneten, so bekommt man die Temperaturdifferenz der Löthstellen der Thermosäule, welche einen Ausschlag um einen Scalentheil bewirkt. Die Resultate dieser Beobachtungen waren ausserordentlich übereinstimmend und wir fanden, dass für die von uns gebrauchte Säule die Ablenkung des Magneten um einen Scalentheil im Mittel einer Temperaturdifferenz der Löthstellen von 0,00239 ^{0} C. entsprach. Da aber der kleinste noch ablesbare Ausschlag an jeder Stelle der Scala $^1/_{10}$ Scalentheil war, so betrug der geringste Werth einer noch wahrnehmbaren Temperaturverschiedenheit 0,000239 ^{0} C. In unserer oben angeführten vorläufigen Mittheilung gaben wir Werthe für eine andere als die eben erwähnte Säule, so wie für eine andere Aufstellung des ganzen Apparates. Es ist uns nicht zweifelhaft, dass die Sorgfalt, mit welcher die Thermosäule gearbeitet ist, wesentlich zu ihrer Empfindlichkeit beiträgt, sonst wäre nicht einzusehen, warum wir mit der ersten in unserer vorläufigen Mittheilung erwähnten Säule bei Benutzung der gleichen Rolle, grösserer Entfernung des Fernrohres vom Spiegel und unveränderter Schwingungsdauer des Magneten eine geringere Empfindlichkeit fanden, als mit der zu unseren späteren Versuchen benützten Säule.

Eigentlich dürfte man, um ein Maass für gleiche Stromintensitäten, daher auch für gleiche Temperaturdifferenzen zu haben, nicht einfach einen Scalentheil als Einheit zu Grunde legen, indem, je grösser die Entfernung des Magneten vom

Parallelismus mit den Drahtwindungen, um desto grösser auch die Stromintensität sein muss, damit eine Ablenkung um einen weiteren Scalentheil erfolge. Da man es aber bei unserem Galvanometer nie mit grossen Ablenkungswinkeln zu thun hat, so machten wir unsere Rechnung durchaus nicht genauer, wenn wir, statt den Ablenkungswinkel allein zu berücksichtigen, dessen Tangente einführten.

Indem es uns darum zu thun war, die Arbeitsgrösse des Muskels mit der Wärmeentwickelung zu vergleichen, so mussten Einrichtungen getroffen werden, welche eine möglichst genaue Messung jener zuliessen. Weil aber der Muskel bei der Contraction die in ihn eingeführte Thermosäule hebt, so musste auch dafür Sorge getragen werden, dass letztere der Zusammenziehung des Muskels möglichst wenig Widerstand darbot und dass zwar eine gewisse Beweglichkeit der Säule vorhanden war, dadurch aber keineswegs die Leitungswiderstände vermehrt oder vermindert wurden. Die folgende Einrichtung entsprach, wie die Versuche zeigten, hinreichend diesen Anforderungen.

In Fig. 1 T. IV ist der ganze Apparat etwa in der Hälfte der natürlichen Grösse gezeichnet.

Das Tischchen *T T* stand auf vier ziemlich hohen Füssen, so dass man mit Bequemlichkeit unter demselben manipuliren konnte. Der Rand des Tischchens besass einen Falz, in welchen ein Glaskasten passte, der alle Theile, die auf der oberen Fläche angebracht waren, bedeckte. Derselbe hatte den Zweck, die Muskelpräparate vor Verdunstung und Eintrocknen zu schützen, und es wurde deshalb auch der von ihm eingeschlossene Raum feucht gemacht durch eine Anzahl mit Wasser gefüllter Thonzellen, in welche überdies grosse feuchte, fächerförmig ausgebreitete Stücke Filtrirpapier eingesetzt wurden. Diese Massregeln erfüllten ihren Zweck vollkommen.

Das Tischchen war durchbohrt von den Leitungen der Thermosäule und von denen des Reizapparates. Eine jede derselben war an der Stelle, wo sie durch das Tischchen trat, von diesem sorgfältig durch ein kurzes Stück Glasröhre, welches an dieser Stelle die Leitung umgab, isolirt. Sie waren so eingerichtet, dass sie nur unter ziemlich starker Reibung in den Glasröhren verschoben werden konnten, um sie in beliebiger Höhe fixiren zu können.

Was die Leitungen zu der Thermosäule (*l*) betrifft, so waren diese von Messing; die untere Hälfte, wo sie durch die Tischöffnung hindurchtraten, war cylindrisch, rund, die obere Hälfte aber dünn, breit und federnd. Wo die Verbin-

dung mit den cylindrischen leitenden Axen der Thermosäule hergestellt werden musste, waren die federnden Leitungen zu canalförmigen Lagern umgebogen, welche jene vollständig umfassten (s. d. Fig. 1), wobei aber die Thermosäule noch leicht beweglich und drehbar blieb. Die Thermosäule war also durch diese Verbindung mit den federnden Leitungen so beschaffen, dass sie, ohne die Leitungswiderstände zu verändern, einer Hebung oder einem Druck von Seiten des bei α mit den Löthstellen verbundenen Muskels mit Leichtigkeit nachgeben konnte. Unter dem Tischchen vermittelten Klemmschrauben (2 und 3) die Verbindung mit den Drähten, welche zum Galvanometer führten.

Die Electroden des Reizapparates sind in der Abbildung mit $e - e'$ bezeichnet. Sie waren aus Messing, vom Tisch ebenfalls durch Glasröhren isolirt und trugen oben, wo der Nerv des Muskelpräparates aufgelegt wurde, durch Löthung damit verbunden, breite Stückchen von verquicktem Zink. Unterseits waren ebenfalls Klemmschrauben angebracht, welche die Leitungen von der secundären Rolle des Schlittenapparates mit den Electroden verbanden. Diese Electroden standen unmittelbar neben dem stählernen Haken r, an welchem der Muskel aufgehängt wurde und der auf einer vierseitigen prismatischen Säule (p) so befestigt war, dass er leicht um eine vertikale Axe in horizontaler Richtung gedreht werden konnte.

Nun ist noch diejenige Vorrichtung zu beschreiben, welche theils erlaubte, den Muskel innerhalb der feuchten Kammer mit Gewichten zu belasten, ohne den Glaskasten abheben zu müssen, theils die Möglichkeit gab, die Verkürzung des Muskels mit Genauigkeit zu messen, ebenfalls ohne zur Einrichtung eines neuen Versuches (an demselben Muskel) die Kammer öffnen zu müssen.

In den beiden Stücken $g - g'$ (Fig. 1), welche auf dem Tische festgeschraubt waren, drehte sich zwischen Stahlspitzen die Axa a, welche mit zwei Hebeln in fester Verbindung war, von denen der eine (z) gerade die fünffache Länge des anderen (s) hatte. Der längere Hebel war nahe an dem einen Ende der Axe befestigt, während der andere die Mitte derselben einnahm. Ersterer trug bei g ein kleines Uebergewicht und bei f ein Stiftchen, dessen Zweck gleich angegeben werden soll Das Ende des Hebels, welches fein zugespitzt war, bewegte sich unmittelbar vor dem metallenen Gradbogen b. Der Zeiger z drückte aber, wenn er sich nach abwärts bewegte, vermöge seines Uebergewichtes durch das Stiftchen f einen zweiten gleichlangen Zeiger nieder, der sich ebenfalls

vor dem Gradbogen bewegte, und welcher die Einrichtung hatte, dass er neben leichter Beweglichkeit jeden Stand, den man ihm gab, beibehielt. Er war deswegen genau äquilibrirt, so dass eine geringe Reibung an seinem Drehpunkte *d* hinreichte, ihm die erwähnte Eigenschaft zu verleihen. Derselbe war mit der Axe *a* in keinerlei fester Verbindung; sein Drehpunkt lag aber genau in der Verlängerung jener. Das andere Ende dieses Zeigers war durch ein kleines Gelenk mit dem Stäbchen *m* verbunden, welches durch ein Loch des Tischchens hindurchging und daher gestattete, von aussen den Stand des Zeigers beliebig zu verändern und diesen überall da einzustellen, wo man es für nöthig fand.

Der zweite mit der Axe *a* in fester Verbindung stehende Hebelarm (*s*) war ein breites Messingstück, welches einen kurzen Schlitz besass, durch den der Stahlstab *h* hindurchging. In der Mitte des in der Längsrichtung des Hebels liegenden Schlitzes war quer über jenen eine concav-cylindrische Rinne eingefeilt, in welche ein convex-cylindrischer Grath auf der Unterseite der Stellschraube *t*, die auf dem Stahlstabe *h* beliebig verschoben werden konnte, genau hineinpasste.

Der Stahlstab *h*, welcher an seinem oberen Ende zu einem spitzen Haken umgebogen war und in der beschriebenen Weise auf dem Hebelarm *s* auflag, verlängerte sich durch einen Schlitz im Tischchen bis auf die Unterseite des letzteren, wo er eine Wagschale *w* trug. Zwischen dem Haken dieses Stabes und dem auf der Säule *p* drehbar befestigten Haken *r* wurde der Muskel ausgespannt.

Wenn die Wagschale angehängt war, so befand sich das Uebergewicht der ganzen Hebelvorrichtung auf Seiten des kurzen Hebels; sobald man aber die Wagschale mit dem dazu gehörigen Apparate (Eisenstab mit Stellschraube) entfernte, so war dagegen das Uebergewicht auf der Seite des Zeigers *z*. Dadurch wurde erzielt, dass der kurze Hebel *s* immer an der Stellschraube anliegen musste, welche vertikale Bewegungen auch der Eisenstab *h*, der in den Muskel eingehakt wurde, machen mochte. Es ist klar, dass, da der kleine Hebel *s* nach oben drückte, hierdurch ein Theil des Gewichtes der Wagschale u. s. w. getragen werden musste. Wenn man daher bestimmen wollte, wie gross das Gewicht der Wagschale u. s. w. war, um die Gesammtbelastung eines Muskels erfahren zu können, so musste von dem Gewichte jener der Theil abgezogen werden, welcher durch den Aufdruck des Hebels *s* getragen wurde. Wir verfuhren zu diesem Zweck einfach so, dass wir statt die Gewichtsbestimmungen gesondert auszuführen,

am Haken des Stabes *h* die Schale einer Wage befestigten und auf der anderen Seite der Wage so lange Gewichte auflegten, bis wir Gleichgewicht hergestellt hatten und Wage sammt der Hebelvorrichtung frei spielten. Auf diese Weise fanden wir, dass das Gewicht der Belastungsvorrichtung ohne den Theil, welcher von der Hebelvorrichtung getragen wurde und also für die Belastung des Muskels nicht in Betracht kam, 38 Grm. betrug.

Bevor wir weiter gehen, soll vorher Einiges über einen Umstand gesagt werden, welcher als eine sorgfältig zu vermeidende Fehlerquelle in Betracht kommen kann. Ueberall da nämlich, wo in der Leitung von der Thermosäule zum Galvanometer zweierlei Metalle mit einander verbunden sind, ist die Möglichkeit zur Entstehung eines Thermostromes gegeben. Dieser Fall ist aber überall da vorhanden, wo in die Leitung aus Kupferdraht messingene Klemmschrauben eingeschaltet werden. Erwärmt man mit der Hand eine solche Klemmschraube, so kann man dadurch oft sehr bedeutende Ablenkungen des Magneten hervorbringen. Selbst wenn aus irgend einem Grunde ein frei schwebender Leitungsdraht in schwingende Bewegung versetzt wird, so genügt dieses, um durch Reibung die Stelle, wo er eingeklemmt ist, zu erwärmen und dadurch einen Thermostrom zu erzeugen, der hinreichend stark ist, um einen Versuch am Muskel falsch und unbrauchbar zu machen. Man hat daher für gehörige Fixirung der Leitungsdrähte zu sorgen, und es darf, wenn dieses auch geschehen ist, während eines Versuches der Tisch nicht bewegt oder gestossen werden. Auch das Quecksilber in dem in die Leitung eingeschalteten Stromwender bildete mit dem in jenes eingetauchten Kupfer eine wirksame Thermosäule.

Zur galvanischen Reizung der Muskeln oder ihrer Nerven bedienten wir uns eines Du Bois'schen Schlittenapparates. Letzterer wurde von einer Meidinger'schen Säule in Gang gesetzt, welche die angenehme Eigenschaft hat, dass man sie nicht jedesmal auseinander zu nehmen braucht, und dass sie mehrere Wochen wirksam bleibt, bis sie wieder erneuert werden muss.

Die Reizung des Nerven (oder des Muskels) in einem bestimmten Zeitmomente geschah in bekannter Weise durch Oeffnung eines Du Bois'schen Schlüssels zum Tetanisiren.

Wir bedienten uns zu unseren Versuchen fast ausschliesslich des M. gastrocnemius vom Frosch, theils weil wir genügende Thermoströme bekamen, theils weil wir es bei ihm doch mit einem einheitlichen Muskel zu thun hatten, was für uns

um so wichtiger war, da wir die Arbeitsgrösse mit der erzeugten Wärme in Vergleich bringen wollten. Hätten wir den Oberschenkel, den man allerdings sehr zweckmässig in der Solger'schen Weise zurichten kann, benutzen wollen, so wäre zu befürchten gewesen, dass nicht alle Muskeln, aus denen derselbe besteht, zu gleicher Zeit gleichviel gearbeitet hätten. Dadurch hätte aber möglicherweise eine ungleiche Vertheilung der Wärme stattfinden und letztere vielleicht sehr entfernt von den feinen Spitzen unserer Thermosäule, der Hauptmasse nach, entstehen können; niemals hätte man unter solchen Umständen, wenn das Bedenken gegründet ist, die rechte Beziehung zwischen Wärme und Arbeit zu entdecken vermocht. Wir fürchteten dieses nicht für die Beobachtung im Allgemeinen, sondern eben nur für jene feinen Messungen, bei welchen es auf einen Scalentheil mehr oder weniger sehr wohl ankam. Wir glauben auch gerade auf diesen Umstand der ungleichen Erwärmung des Muskels zum Theil die der Beobachtung am M. gastrocnemius noch anhaftenden Fehler zurückführen zu müssen. Man kann sich sehr gut denken, dass verschiedene Partieen eines Muskels ungleich früh ermüden, daher auch bei späteren Reizungen der Heerd der relativ grössten Wärmeentwickelung an einem anderen Orte liegen kann, als vorher.

Die Präparation des M. gastrocnemius war die allbekannte. Wir liessen ihn in dem grösseren Theil unserer Versuche mit dem Nerven in Verbindung, um von diesem aus zu reizen; in einer anderen, kleineren Reihe von Versuchen wurde der Muskel direct gereizt. Um letzteren bequem aufhängen und belasten zu können, liessen wir die Knochenansätze beiderseits mit demselben in Verbindung. Wenn der Muskel aufgehängt werden sollte, so entfernte man zuerst den Haken *r* durch Drehung von der Thermosäule, worauf derselbe mit seinem oberen Ende eingehakt wurde. Nachdem dieses geschehen war, wurde auch der untere Haken entweder direct oder durch Vermittelung eines zweiten stählernen Hakens an dem Metatarsus, welcher mit dem M. gastrocn. in Verbindung geblieben war, befestigt. Nun drehte man den Haken *r* wieder gegen die Thermosäule hin und diese wurde in dem Maasse, als ihr der Muskel näher kam, in letzteren eingeführt. Die Einrichtung war so gemacht, dass, wenn die Thermosäule weit genug im Muskel steckte, der Haken *r* senkrecht über der in den Hebelarm *s* eingefeilten Rinne stand; demzufolge dann auch die Stellschraube *t* mit ihrem Grath gerade in die Rinne hineinfiel. Der Grath der Stellschraube musste, auch wenn man den Hebel *s* nach unten drückte, dennoch mit der Rinne

parallel bleiben und senkrecht über ihr stehen, was, wenn es nicht der Fall war, corrigirt werden musste, anderenfalls bei einer jeden Muskelcontraction der Grath aus der Rinne herausgehoben und dadurch jede Messung der Verkürzung unmöglich geworden wäre. Sollte der Muskel belastet werden, so war die Stellschraube so weit nach oben zu verschieben, dass bei der Dehnung durch das Gewicht der lange Zeiger nicht über den Gradbogen hinaus bewegt wurde. Was die Ablesung der Verkürzungen des Muskels betrifft, so geschah diese folgendermassen: Zuerst wurde der zweite Zeiger z' vermittelst des Stäbchens m dem ersten Zeiger s soweit genähert, bis er mit dem Stiftchen f zusammenstiess, worauf der Stand jenes bemerkt wurde. Wenn nun eine Contraction des Muskels und damit eine Hebung des Stabes h erfolgte, so bewegte sich auch der kurze Hebel z nach oben, der Zeiger z aber nach unten, wodurch zugleich der zweite Zeiger z' um ebensoviel nach unten gedrückt wurde. Wenn man daher an dem Gradbogen den Stand des letzteren wieder ablas, so kannte man auch die Grösse des Bogens, welchen der Zeiger z beschrieben hatte, weil beide gleich lang waren und sich um ein und dieselbe Axe drehten. Da sich aber die Länge des Zeigers z zur Länge des Hebelarms s verhielt wie 5:1, so durfte man nur die an dem Gradbogen abgelesenen Grade mit 5 zu dividiren, um die wirkliche Verkürzung des Muskels zu erhalten. Wir fanden es nicht nöthig, statt des gemessenen, immer verhältnissmässig kleinen Bogens, die lineare Verkürzung zu berechnen, weil dadurch eine zu den sonst noch vorhandenen Fehlern in gar keinem Verhältniss stehende Genauigkeit angestrebt worden wäre. Wir haben auch immer die Verkürzungen in Theilen des Gradbogens ausgedrückt, weil es ganz gleichgültig ist, welche Einheit man bei der Rechnung zu Grunde legen will, wenn man nur immer bei derselben Einheit bleibt. Sollen übrigens die Verkürzungsgrössen in Millimetern ausgedrückt werden, so braucht man nur für den beobachteten Bogen die Tangente bei einem Radius von 30 Mm. zu berechnen. Wir waren demnach, weil die Grade auf dem Bogen b sehr gross waren und $^1/_{10}$ Grade mit grosser Sicherheit abgeschätzt werden konnten, noch im Stande, lineare Verkürzungen des Muskels von $^1/_{20}$ Mm. zu messen, eine für unsere Zwecke gewiss hinreichende Genauigkeit.

Dass wir bei diesen Beobachtungen zur Messung der Verkürzung nicht direct den Zeiger z benutzten, ist darin begründet, dass während eines Versuches die Aufmerksamkeit auf so Vieles, unter Anderem auf die Zählung der

Secunden, während welcher die Reizung statt- finden soll, gerichtet ist, so dass man unmöglich, ohne sich oft zu irren, auch den Stand des Zeigers während der grössten Verkürzung im Gedächtniss behalten könnte. Der Zeiger z' wird so lange weiter geschoben, als sich der erste Zeiger z nach abwärts bewegt. Sobald letzterer aber anfängt zurückzugehen, so bleibt der Zeiger z' stehen und sein Stand kann später abgelesen werden. Dabei ist aber der Zeiger z durchaus nicht unnütz und es wäre wenig vortheilhaft, denselben etwa hinter dem Stiftchen f abzuschneiden, indem man an ihm, da die Reizung immer längere Zeit dauern muss, beobachten kann, zu welcher Zeit, ob früh oder spät, der Muskel wieder erschlafft, ob er dieses rasch oder allmälig thut u. s. w. Auf alle diese Dinge hat man, um vergleichbare Resultate zu bekommen, sehr wohl zu achten. An dem zweiten Zeiger liest man nur die während der 10 Secunden lang dauernden Reizung erfolgte grösste Verkürzung ab; wollte man daher ihn allein berücksichtigen, so würde man es z. B. für eine gleiche Leistung halten, wenn der eine Muskel ein gewisses Gewicht 2 Secunden lang auf einer bestimmten Höhe erhielt, ein anderer aber 6 Secunden lang, was offenbar nicht zulässig ist; nur solche Muskeln oder solche Versuche an ein und demselben Muskel können als vergleichbar angesehen werden, bei welchen die Ermüdung wenigstens nahezu gleich früh erfolgte.

Hinsichtlich der Belastung und der Art, wie dieselbe dem Muskel angehängt wurde, kann auf die Fig. 1. T. I. verwiesen werden, aus welcher dieses sehr leicht zu ersehen ist.

Wir haben die Gewichte nie unterstützt, sondern den Muskel mit demselben zuvor gedehnt; die Gründe, warum wir so verfuhren, werden aus dem Folgenden hervorgehen.

Wie schon mehrfach erwähnt worden ist, haben wir uns zur Aufgabe gestellt, die Menge der producirten Wärme mit der geleisteten Arbeit zu vergleichen. Diese Aufgabe direct zu lösen, ist aber, was die Messung der Arbeitsleistung betrifft, nicht möglich.

Wir waren nämlich, da einzelne Zuckungen keine genügende Wärmeproduction zeigten, genöthigt, die Muskelcontraction 10 Secunden lang dauern zu lassen. Während einer längere Zeit dauernden Reizung äussert sich aber in den allermeisten Fällen die Muskelarbeit auf zweierlei Arten. In den ersten Secunden nämlich hebt der Muskel das Gewicht um ein Bestimmtes, während er in den folgenden Secunden, so lange die Reizung dauert, die Last auf der erreichten Höhe blos trägt. Da aber in dem letzten Falle der Muskel ebenfalls unzweifel-

haft arbeitet (Stoff verbraucht), um sich trotz des Gewichtes im verkürzten Zustande zu erhalten, so waren wir nicht berechtigt, das, was der Muskel that, während er die Last blos trug, zu vernachlässigen und die ganze Leistung einfach dem schon in den ersten Secunden durch Hebung des Gewichtes erzielten Nutzeffect gleichzusetzen; die Gesammtleistung des Muskels muss vielmehr unter diesen Umständen durch die Summe der beiden Arten von Thätigkeitsäusserung ausgedrückt werden.

Wir werden im Folgenden der Kürze wegen mit Béclard das Heben eines Gewichtes dynamische Arbeit und das Tragen eines Gewichtes statische Arbeit nennen. Was die letztere betrifft, so würde dieselbe, abgesehen davon, dass es in der Mechanik überhaupt noch an einem Ausdruck fehlt, einer etwaigen Berechnung keine geringen Schwierigkeiten entgegengestellt haben. Die statische Arbeit des Muskels wechselt nämlich nicht allein mit der Grösse des Gewichtes und der Zeit, während welcher die Last getragen wird: dieselbe hat ohne Zweifel auch je nach dem Grade der Zusammenziehung des Muskels einen anderen Werth; sie muss grösser sein, wenn der Muskel ein Gewicht trägt, während er sich mehr dem Maximum der Contraction nähert, als wenn er dasselbe Gewicht im wenig verkürzten Zustande zu tragen hat. Wir versuchten daher auf einem kleinen Umwege die beabsichtigte Vergleichung der Arbeitsleistung und der Wärmeproduction des thätigen Muskels zu ermöglichen. Letzteres konnte aber auf zwei Wegen erreicht werden. Der eine dieser Wege bestand darin, den Muskel nur statische Arbeit verrichten zu lassen, indem man immer das Gewicht ausgesucht hätte, welches der Muskel in den verschiedenen Graden der Ermüdung und für eine bestimmte Reizstärke eben nicht mehr im Stande gewesen wäre zu heben. Welcher Zeitaufwand aber hierzu erforderlich gewesen wäre, ist leicht einzusehen und während des vielen Probirens hätte man bis zur völligen Ermüdung nur wenige Versuche an ein und demselben Muskel gewinnen können. Ueberdies bringt eine Contraction von höchstens $^1/_{10}$ Mm. sehr wohl zu berücksichtigende Differenzen in der Wärmeproduction, so dass wir von dieser Methode, da die Gewichte bei der fortschreitenden Veränderung der Leistungsfähigkeit der Muskeln doch nie so genau hätten ausgesucht werden können, dass man, ohne zu viel aufzulegen, zu gleicher Zeit jede, auch die kleinste Contraction zu verhindern im Stande gewesen wäre, gänzlich abstehen mussten.

Der zweite Weg, welcher uns offen stand, war der, das Gewicht und damit die Grösse der statischen Arbeit constant

zu lassen und allein an der veränderten Hubhöhe zu beurtheilen, ob die Arbeitsleistung grösser oder geringer war. Wir brauchten dann nur die verschiedenen Hubhöhen mit den gefundenen Temperaturerhöhungen der Muskeln in Vergleichung zu bringen, weil jene doch nur mit einer constanten Zahl hätten multiplicirt werden müssen, um die wahre Arbeitsleistung zu erhalten. Was den obenerwähnten Umstand betrifft, dass das Tragen eines Gewichtes bei verschiedenen Graden der Zusammenziehung des Muskels auch verschieden grosse Arbeit von Seiten des letzteren erfordert, so machten wir diese Fehlerquelle dadurch, dass wir immer nur zwei bezüglich der Hubhöhe einander nicht allzu fernstehende Versuche mit einander verglichen, fast ganz unschädlich.

Vergleichungen verschiedener Muskeln haben wegen ihrer sehr wechselnden Beschaffenheit keinen Werth; man kann nur die Arbeitsleistung ein und desselben Muskels mit seiner Wärmeproduction vergleichen. Wenn aber auch hierbei noch geringe Fehler vorhanden sind, so liegt dieses zum Theil an den früher erwähnten Fehlerquellen, zum Theil aber auch daran, dass ein Muskel in den verschiedenen Stadien der Ermüdung eben nicht mehr derselbe ist und sich einerseits bezüglich der Raschheit, mit welcher er sich zusammenzieht, andererseits hinsichtlich der Zeit, nach welcher er während der Reizung wieder zu erschlaffen anfängt, sehr wechselnd verhält. In sehr störendem Grade zeigten jedoch dieses Verhalten nur schwächliche Muskeln, welche keine genügend ausgedehnten Versuchsreihen gaben und deswegen nicht als massgebend angesehen wurden.

Somit wäre also die Grundlage gewonnen, welche eine zuverlässige Vergleichung der vom Muskel geleisteten Arbeit und der dabei erzeugten Wärme erlaubt.

Die Frage, ob die Wärmeproduction die gleiche ist, wenn Contraction stattfindet mit oder ohne Belastung, kann vorerst aus den schon angeführten Gründen nicht mit voller Schärfe entschieden werden. Diese Frage ist aber in sofern interessant, als es möglich wäre, dass die bei der Muskelaction auftretende Wärme, entstehend durch Verbrauch von Stoffen, welche eben so gut zur Hervorbringung mechanischer Effecte hätten verwendet werden können, gewissermassen als ein unwesentliches Nebenproduct erschiene, ohne mit der Muskelcontraction in direct bedingendem Zusammenhange zu stehen, dass demgemäss auch allenfalls, wenn dem Muskel mehr zu arbeiten aufgegeben wurde, alle Kraft in der Form von mechanischer Arbeit auftreten und die Wärmeentwickelung auf ein Minimum

herabsinken oder ganz ausbleiben könnte. Nur der Versuch kann über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit solcher Vermuthungen entscheiden. Bevor aber des Nähern auf diese Verhältnisse eingegangen werden kann, muss vorher im Allgemeinen von den Erscheinungen, welche die Temperaturveränderungen des thätigen Muskels durch Vermittelung der Thermosäule am Galvanometer hervorrufen, gehandelt werden.

Um bei der Beobachtung der Temperaturveränderungen im thätigen Muskel möglichst bald Temperaturausgleichung und damit einen ruhigen Stand des Magneten zu erzielen, wurde an die Spitze auf der anderen Seite der Thermosäule ebenfalls ein Muskel aufgesteckt und wir bezweckten damit, wie man leicht einsieht, nicht etwa, die Temperatur des gereizten und nicht gereizten Muskels mit einander zu vergleichen: die Luft in der feuchten Kammer ist nämlich erst nach längerer Zeit so mit Wasserdampf gesättigt, dass kein Wasser mehr von der Oberfläche eines in derselben aufgehängten Muskels abdunstet, wodurch die Temperatur des letzteren erniedrigt wird. Hätte man nun allein auf der einen Seite einen solchen sich fortwährend abkühlenden Körper, so würde alles Experimentiren durch einen starken constanten Thermostrom vereitelt werden. Es ist aber klar, dass ein Klümpchen feuchter Baumwolle die gleichen Dienste gethan hätte, wie das Stückchen Muskelfleisch. Dadurch, dass die beiderseitigen Spitzen der Säule während eines Versuches in Muskelmasse eingehüllt waren, hatte man auch den Vortheil, dass jene vor äusseren störenden Einflüssen (Wärmestrahlung u. s. w.) vollkommen geschützt wurden.

Wie aber die beiden Portionen Quecksilber nie eine gleiche Temperatur bekamen, so kann man auch hier nie darauf rechnen, dass die beiden Muskeln endlich in ihrer Temperatur ganz gleich werden. Wir begannen daher die Versuche immer schon, wenn nur nahezu Temperaturausgleichung da war und der Stand des Magneten (also die Temperaturdifferenz) ganz constant geworden war. Wir massen also immer nur den negativen oder positiven Zuwachs zu dem schon vorhandenen Thermostrom.

Dass der Muskel im thätigen Zustande sich überhaupt erwärmt, ist zu bekannt, als dass wir davon reden sollten; nur so viel möge bemerkt werden, dass der M. gastrocnemius bei der oben beschriebenen Einrichtung des Temperatur-messenden Apparates, wenn er 10 Secunden lang vom Nerven aus tetanisirt wurde, im Mittel etwa 35 Scalentheile Ablenkung bewirkte, was einer Temperaturerhöhung von 0,0736 ^{0} C. entspricht. Nicht selten hatten wir Muskeln vor uns, welche bei

den ersten Reizungen Ausschläge von 50 Scalentheilen bewirkten, die Löthstellen der Thermosäule also um 0,11950° C. erwärmten. Ein nach der Solger'schen Methode präparirter Oberschenkel brachte bei der ersten Reizung eine Ablenkung von 155 Scalentheilen hervor, erwärmte also die Thermosäule um 0,370° C.

Die Erscheinungen, welche der Temperaturwechsel im Muskel, wenn er thätig ist, am Galvanometer hervorruft, beziehen sich aber nicht immer auf eine Erwärmung des Muskels, sondern man sieht auch, am günstigsten unter gleich anzugebenden Bedingungen, jedoch nicht ganz constant, eine Stromesrichtung der Thermosäule, welche nur einer Erkältung der im thätigen Muskel steckenden Löthstellen entsprechen kann. Dieses von Solger hauptsächlich untersuchte Kälterwerden des thätigen Muskels, von ihm „negative Wärmeschwankung" genannt, ist nun immer von der gewöhnlichen Wärmeentwickelung gefolgt. Das Auffallendste ist, dass die Abkühlung im Momente der Zusammenziehung des Muskels sich geltend macht, während der Wärmeausschlag (auch wenn kein Kälteausschlag erfolgte) immer erst 3—4 Secunden nach dem Beginne der Contraction eintritt. Im Allgemeinen fanden wir, dass schwächliche Muskeln einen bedeutend grösseren Kälteausschlag gaben, als kräftigere Muskeln. Letztere wurden aber, sowie jeder Muskel, um so kälter, je geringer die Belastung war und die Temperatur erniedrigte sich um so weniger, je grösser das Gewicht war, welches gehoben wurde. Man kann allgemein sagen, dass, je grösser die Formveränderung, welche der Muskel bei der Contraction eingeht, desto bedeutender auch die Temperaturerniedrigung im Anfange der Thätigkeit ausfällt. Ohne Ausnahme ist jedoch die eben aufgestellte Regel nicht; es gibt Muskeln, welche mit grosser Belastung sich noch bedeutend contrahiren, aber trotz der starken Formveränderung sehr geringe oder keine Abkühlung wahrnehmen lassen, während eine nicht viel grössere Zusammenziehung ohne Belastung von dem fraglichen Erfolge ist. Das aber ist ausserordentlich constant, dass bei starker Belastung weniger, bei schwacher Belastung oder wenn gar kein Gewicht angehängt wird, mehr Kälte zur Beobachtung kommt. Dieses ist jedoch bei verschiedenen Muskeln in sofern verschieden, als der eine ohne Belastung eine geringe Kälteablenkung bewirkt und mit Belastung dann gar keine, ein anderer ohne Gewicht sehr viel kälter wird, mit Gewicht zwar weniger Kälteentwickelung zeigt, dieselbe aber nie ganz fehlen lässt, so sehr man auch belasten mag. Die Regelmässigkeit, mit der diese

Verhältnisse wiederkehren, ist so gross, dass der Beobachter am Fernrohr, wenn er einmal einen Muskel aus zwei Versuchen, mit und ohne Belastung, kennen gelernt hat, für jeden folgenden Versuch aus der Art der Ablenkung des Magneten beurtheilen kann, ob bei der Tetanisirung des Muskels derselbe mit einem grossen oder mit einem kleinen Gewicht oder ob er gar nicht belastet war.

Die folgende Tabelle enthält einen Versuch, welcher eigens angestellt wurde, um die Abhängigkeit der Kälteerzeugung von der Belastung zu prüfen. Wir geben dieselbe zugleich als Beispiel für die Art und Weise, wie wir unsere Beobachtungen anstellten. Der Versuch bezieht sich auf den M. gastrocnemius einer Rana temporaria. In der ersten Columne sind die Zeiten verzeichnet, zu welchen die einzelnen Reizungen gemacht wurden; in der zweiten Columne findet sich der Abstand der Rollen des Inductionsapparates, in der dritten die jedesmalige Belastung, in der vierten die Verkürzungsgrössen in Theilen des Gradbogens, in der fünften der Ruhestand des Magneten unmittelbar vor der Tetanisirung und in der sechsten die grössten Ablenkungen des Magneten; die Ablenkungen nach den kleinen Zahlen (vom vorherigen Ruhestande an gerechnet) entsprechen der Erwärmung und die nach den grösseren Zah-

Zeit.	Abstand der Rollen in Centimetern.	Belastung in Grammen.	Verkürzung in Theilen des Gradbogens.	Ruhestellung des Magneten.	Ablenkung
5 . 12	14	100	13,3	153	162 133
5 . 15	„	200	13	188	198 169
5 . 18	„	300	10,4	192	199 172
5 . 21	„	400	8	209	— 189
5 . 24	„	500	2,8	217	— 201
5 . 27	10	„	2,1	226	— 215
5 . 33	7	0	9.7	242	254 242
5 . 35	„	250	2,5	242	244 237
5 . 38	„	0	5,3	245	253 246

len der Abkühlung des gereizten Muskels. Den Abstand der Rollen des Schlittenapparates bezeichnen wir mit Null, wenn dieselben ganz übereinander geschoben sind. Gereizt wurde jedesmal 10 Secunden lang.

Wie gesagt, erfolgt die Ablenkung des Magneten im Sinne einer Erwärmung des gereizten Muskels erst nach dem Verlaufe von 3—4 Secunden, während welcher Zeit sich die Wirkungen der Abkühlung geltend machen. Letztere ist nun oft so stark, dass die darauf folgende Erwärmung nicht einmal im Stande ist, die frühere Temperatur des Muskels wiederherzustellen, so dass der Magnet seinen früheren Ruhestand nicht wieder erreicht. Diese Fälle kommen jedoch nur vor, wenn der Muskel nur mit einem sehr leichten Gewichte oder, wie in der mitgetheilten Tabelle, gar nicht belastet ist. In der Mehrzahl der Versuche überwiegt die Wärmeentwickelung die Abkühlung, so dass ein Ausschlag über den Ruhestand des Magneten hinaus nach der Wärmeseite hin zu Stande kommt. Davon gibt es nun alle Abstufungen von einem Scalentheil Wärme mehr, als Kälte, bis zu relativ bedeutenden Erwärmungen gegenüber einem sehr zurücktretenden oder ganz fehlenden Kälteausschlag. Letzteres sieht man regelmässig bei kräftigen und zugleich stark belasteten Muskeln. Schon bevor uns die Solger'sche Dissertation zu Gesichte gekommen war, hatten wir die Kälteentwickelung im Anfange der Contraction gesehen und uns auf jede Weise bemüht, eine Fehlerquelle zu finden, welche die überraschende Erscheinung erklären sollte, um sie in Zukunft vermeiden zu können. Diese Bemühungen haben nur dazu geführt, jeden Zweifel an der Richtigkeit der Thatsache zu beseitigen. Unser Hauptaugenmerk richteten wir zuerst auf den oben beschriebenen Apparat, in welchem die Thermosäule, der Muskel u. s. w. befindlich waren, und hier war es eben, wo wir darauf aufmerksam wurden, das Schwanken der Leitungsdrähte, wie wir eben auseinandergesetzt haben, zu vermeiden und die Klemmschrauben vor wechselnden Temperatureinflüssen zu schützen. Als dieses geschehen war, beobachteten wir die Abkühlung unverändert. Wir untersuchten sodann, ob etwa die Reibung der Axen der Thermosäule in ihren Lagern, obgleich beide von Messing verfertigt waren, etwa eine constant wiederkehrende Veränderung des Thermostromes hervorbrächten und ob an dieser Stelle durch eine bei der Drehung bewirkte, auf beiden Seiten ungleich starke Erwärmung ein Thermostrom entstände, der, wenn schon Lager und Axen aus dem gleichen Metall verfertigt waren, doch wegen sonstiger geringer Ungleichartigkeiten beider hätte zu

Stande kommen können. Wir steckten zu diesem Ende an die Spitzen der Thermosäule Muskelstücke, um die erforderliche, constant bleibende Temperaturdifferenz zu bekommen; sodann machten wir eine Einrichtung, dass man, ohne die feuchte Kammer zu öffnen, von aussen her der Thermosäule ausgiebige Drehbewegungen ertheilen konnte. Aber auch Bewegungen, welche so stark waren, wie sie niemals bei einer Muskelcontraction vorkamen, hatten auf den Stand des Magneten nicht den geringsten Einfluss. Kurz, wo wir auch suchten, nirgends zeigte sich etwas, das auch nur die leiseste Vermuthung zugelassen hätte, dass diejenige Ablenkung des Magneten, welche im Sinne einer Erkältung der im thätigen Muskel steckenden Spitzen der Thermosäule stattfand, nicht einer wirklichen, im Anfange jeder tetanischen Contraction, unter den schon angegebenen Bedingungen, eintretenden Temperaturabnahme des Muskels entsprochen hätte. Es wird unten gezeigt werden, dass ebensowenig die elektrischen Vorgänge im gereizten Muskel auf die wohlgefirnissten Spitzen der Thermosäule von Einfluss sein konnten, weil selbst der direct durch den todten Muskel geleitete Inductionsstrom den Stand des Magneten gänzlich unberührt liess.

Die Temperaturabnahme eines in Thätigkeit gesetzten Muskels fällt also zusammen mit der Formveränderung des letzteren, die Entwickelung der Wärme dagegen ist ganz allmälig und macht sich erst einige Zeit nach Beginn der Muskelcontraction geltend. Wir reizten, wie erwähnt, immer 10 Secunden lang, aber wenn diese Zeit verstrichen war, hatte die Erwärmung das Maximum noch nicht erreicht; die Erhöhung der Temperatur dauerte noch einige Zeit (mehrere Secunden) fort, auch wenn der Muskel nicht mehr im Zustande der Contraction verharrte. Allmälig kam dann der Magnet in einen ruhigen Stand, worauf er, in dem Maasse als der Muskel sich wieder abkühlte, in seine alte Ruhelage zurückkehrte. Da aber niemals die Muskeln auf beiden Seiten der Thermosäule ganz gleiche Temperatur hatten und also der Stand des Magneten von einer bestimmten constanten Stärke des Thermostromes abhängig war, so musste sich jener so oft verändern, als die Muskeln ihre Temperatur bleibend wechselten. Es geschah nun zuweilen, dass, wenn in Folge einer Contraction ein Muskel sich um ein Bestimmtes erwärmt hatte, er die Wärme nicht wieder vollständig abgab, wodurch also die constante Temperaturdifferenz verändert und der Magnet in eine neue Ruhelage gebracht wurde. Dieses geschah unter Anderem dann, wenn der zur Contraction zu bringende Muskel durch

äussere Einflüsse, wenn auch fast unmerkbar, das Bestreben hatte, sich zu erwärmen. Es ist klar, wie auch oben des Weiteren auseinandergesetzt wurde, dass solche Vorkommnisse für die Berechnung der Erwärmung von keinem Belang sind, sowie daraus auch kein Hinderniss für einen neu zu beginnenden Versuch erwachsen kann.

Dagegen bereitet die jedesmalige Abkühlung des Muskels Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, Zahlen für die Grösse der Wärmeentwickelung aufzustellen. Man muss sich nämlich entscheiden, ob man die Ausschläge von dem Ruhestand des Magneten an berechnen will oder ob dazu auch noch die Ablenkung, welche von der Abkühlung des Muskels herrührt, hinzuzurechnen ist. Wir haben uns für das letztere entschieden, weil die Abkühlung nicht momentan, sondern bleibend ist und daher, wenn der Muskel wärmer wird, zuerst ein Theil der Wärme dazu verwendet werden muss, um die Wirkung der Abkühlung auszugleichen. Es muss gerade so viel Wärme nothwendig sein, um den vorigen Ruhestand des Magneten wieder herzustellen, als durch die Abkühlung verloren ging. Wir berechneten daher die Ablenkung des Magneten so, als wäre die Bewegung des letzteren von da ausgegangen, wohin er in Folge der Abkühlung abgelenkt worden war, oder, mit anderen Worten, wir addirten den Kälteausschlag zum Wärmeausschlag, beide vom vorherigen Ruhestand des Magneten an genommen, um die Gesammtmenge der producirten Wärme berechnen zu können. Diese Auseinandersetzung gilt jedoch hauptsächlich nur von denjenigen Versuchen, bei welchen mit geringen Belastungen gearbeitet wurde. Für gewöhnlich aber mussten die Muskeln, zum Theil gerade aus dem Grunde, um die jedesmalige Abkühlung möglichst gering zu machen, grössere Gewichte heben, und dabei würden sich unsere Resultate wenig verschlechtert haben, wenn wir die Kälteproduction gänzlich vernachlässigt hätten.

Was nun das Auftreten der Wärme selber betrifft, so gehörte schon eine etwas länger dauernde Contraction dazu, um sie bemerklich zu machen; eine einzelne Zuckung hatte, wie gesagt, keine messbare Temperaturzunahme zur Folge, obgleich auch hier, wie mit der grössten Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden darf, Wärme erzeugt wird. Von dem Zeitpunkte an, wo die Wärmebildung anfing, nahm sie ganz allmälig zu und setzte sich nach Unterbrechung der Reizung noch einige Secunden lang fort, worauf der Magnet stehen blieb und nach kurzer Ruhe wieder anfing zurückzugehen. In diesem Zeitpunkte wurde abgelesen und, unter etwaiger Berücksichtigung

eines Kälteausschlages, vom vorherigen Ruhestande an gerechnet.

Wie erwähnt wurde, haben wir die Muskeln theils vom Nerven aus zur Contraction gebracht, theils direct gereizt. Zu dem letzteren Zwecke verbanden wir den einen Leitungsdraht des Inductionsapparates mit dem Eisenstab, an welchem die Wagschale hing (s. Fig. 1, *h*), den anderen durch Vermittelung der Electroden *e*—*e'* mit dem Haken *r*, an welchem der Muskel aufgehängt war. Die Reizung vom Nerven aus geschah, wie oben beschrieben wurde. In beiden Fällen beobachteten wir durchaus die gleichen Erscheinungen. Die wohlgefirnissten Spitzen der Thermosäule blieben bei directer Reizung vom Inductionsstrom vollständig unberührt; wenn der Muskel todt war, so traten durchaus keine Schwankungen des Magneten ein, so starke Inductionsschläge man auch durch jenen schicken mochte.

Hier mag auch auf diejenigen Erscheinungen aufmerksam gemacht werden, welche im Momente, wo man ein stärkeres Gewicht auf die Wagschale legt, der Muskel also gedehnt wird, auftreten. Man beobachtet nämlich dabei, nur in viel geringerem Maasse, genau dasselbe, was man bei einer jeden durch Reize, vom Nerven aus oder direct, hervorgerufenen Contraction sieht. In vielen Fällen erfolgt zuerst ein geringer Kälteausschlag, nach welchem eine allerdings nicht sehr bedeutende, aber in den seltensten Fällen fehlende Wärmeentwickelung eintritt. Wir schliessen daraus, dass der Muskel der Ausdehnung einen activen, schwachen Widerstand entgegensetzt, der sich aber nur in dem Momente, wo die Ausdehnung stattfindet, geltend macht; wenn das Gewicht den Muskel einmal gestreckt hat, so verhält sich dieser indifferent und trägt das Gewicht nur vermöge seiner Cohäsion. Es wäre möglich, dass ein Theil der elastischen Nachwirkung eben in dem activen Widerstand begründet ist, welchen der Muskel der Dehnung entgegenstellt. Man sieht also, dass es den Muskel durchaus nicht zur Ermüdung bringen kann, wenn ihm eine Zeitlang ein Gewicht angehängt ist, dass er aber ermüden muss, wenn er abwechselnd belastet und entlastet wird, weil der Act der Dehnung für ihn Reiz ist und ihn in Thätigkeit versetzt.

Der Nachlass der Dehnung ist zwar auch von thermischen Erscheinungen bekleidet, diese sind aber einerseits so geringfügig, andererseits so inconstant, dass wir dieselben füglich übergehen können; wir haben ebenso oft ganz geringe Abkühlung wie schwache Wärmeerzeugung beobachtet.

Es ist schon besprochen worden, wie sich die Grösse der Abkühlung zu der Grösse des Gewichtes verhält, welches man den Muskel heben lässt, dass jene um so bedeutender wird, je geringer die Belastung und umgekehrt. Ist nun die Abkühlung in beträchtlichem Maasse davon abhängig, ob der Muskel ein Gewicht zu heben hat oder nicht, so ist für die Wärmeproduction keine derartige Beziehung aufzufinden. Allerdings findet man zuweilen, aber durchaus nicht constant, dass der unbelastete Muskel bei gleichem Reiz weniger Wärme entwickelt, als der belastete, in der Art, dass, wenn zuerst ohne Belastung gereizt wurde, ein Thermostrom von geringerer Intensität erzeugt wurde, als wenn nachher der gleiche Reiz auf den belasteten Muskel einwirkte, während doch wegen der Ermüdung im letzteren Falle eher weniger Wärme hätte erwartet werden können. Wir deuten diese Thatsache so, dass der belastete Muskel einfach mehr arbeitet, als der unbelastete und demgemäss auch mehr Wärme liefert, und wir haben Grund genug diese Annahme zu machen, indem sonst die Wärmeentwickelung immer gleichzeitig mit der Arbeitsleistung zu- oder abnimmt. Ausserdem beobachteten wir den fraglichen Umstand immer nur im Anfange einer Versuchsreihe an einem Muskel, meist nur bei den zwei ersten Reizungen, wo noch bedeutende Contractionen in Betracht kamen, während später der Muskel auch ohne Belastung bei jeder folgenden (gleichbleibenden) Reizung diejenige Abnahme der Wärmeproduction zeigte, welche Folge der Ermüdung war. Ebensowenig ist es uns vorgekommen, dass ein Muskel, welcher durch ein grosses Gewicht verhindert war, sich zu verkürzen, auffallende Verschiedenheiten von einem solchen Muskel, der sich contrahiren konnte, gezeigt hätte. Bei dem Urtheile über Versuche von der letzterwähnten Art muss man aber sehr vorsichtig sein; denn die kleinsten Contractionen, welche man an unserer Hebelvorrichtung eben noch ablesen konnte, sind von erheblichen Differenzen in der Wärmeproduction begleitet, indem letztere wegen der grösseren geleisteten Arbeit bedeutender ist, als in solchen Fällen, wo wirklich keine Contraction stattgefunden hat. Es ist deswegen nicht gestattet, wozu man leicht versucht sein könnte, eine Contraction von $^1/_{20}$ Millimeter zu vernachlässigen. Dieses ist auch der Grund, warum wir es vorgezogen haben, das dem Muskel angehängte Gewicht nicht zu unterstützen, weil niemals die Unterlage so angebracht werden kann, dass der Muskel noch keine, wenn auch nur eine geringe Zusammenziehung gemacht hat (z. B. durch Dehnung

der Schnüre der Wagschale u. s. w.), bevor er anfängt, das Gewicht zu heben.

Die Grösse der Leistung ist bekanntlich von der Beschaffenheit des Muskels und von der Stärke des Reizes abhängig; nach der Arbeit aber, die der Muskel thut, richtet sich wieder die Menge der producirten Wärme. Da sich das letztere sicher beweisen lässt, so ist also auch nicht zu erwarten, dass es auf die entstehende Wärme einen Einfluss hat, wenn man bei gleich starkem Reiz und gleicher Reizbarkeit des Muskels die Contraction einmal gänzlich unmöglich macht und ein anderes Mal veranlasst, wenn ein grosses oder wenn gar kein Gewicht zu heben ist.

Um genau Arbeitsgrösse und Wärmemenge vergleichen zu können, liessen wir das Gewicht constant, um, wie oben auseinandergesetzt worden ist, nur die Hubhöhen als das allein Veränderliche mit den Intensitäten der Thermoströme in Beziehung bringen zu müssen. Es stellte sich heraus, dass direct proportional mit den Hubhöhen auch die Wärmeproduction zu- oder abnimmt, und zwar so, dass sich aus Hubhöhe und Wärme des vorhergehenden und der Hubhöhe jedes folgenden Versuches die zu letzterem gehörige Wärmemenge, oft überraschend übereinstimmend mit dem Versuchsresultat, berechnen lässt. Es versteht sich von selbst, dass sich diese Rechnung nur bei einer Versuchsreihe an ein und demselben Muskel ausführen lässt, und dass Vergleichungen verschiedener Muskeln keinen Werth haben. Die Uebereinstimmung von Rechnung und Versuch war aber auch bei dem gleichen Muskel nicht ganz untadelhaft, wenn Versuche verglichen wurden, welche bezüglich der Hubhöhe sehr different waren, weil hier, wie oben auseinandergesetzt wurde, das was man constant lassen möchte, eben nicht mehr constant ist. Dagegen sind Versuche mit nicht allzu differenten Hubhöhen zu vergleichen, und besonders, wenn die Contractionsgrösse wegen der vorgeschrittenen Ermüdung oder weil nur schwach gereizt wurde, eine geringere geworden ist, stimmen, weil unter solchen Umständen die Constanten wirklich constant sind, Rechnung und Versuchsresultat vollständig überein. Sehr selten ist es, dass, wenn zwei aufeinanderfolgende (nicht zu grosse) Hubhöhen gleich ausfallen, nicht auch die Wärmemengen ganz genau gleich gross sind.

Als Belege für das Gesagte sollen die folgenden drei Tabellen, welche wir aus einer grossen Anzahl von Versuchen herausgegriffen haben, dienen. Die Belastung war in allen drei Versuchen 500 Gramm, und die Reizstärke wurde theils

variirt, theils wurde bei gleichbleibendem Reiz die Arbeitsgrösse zu verändern einfach der Ermüdung überlassen. Die erste Columne enthält die gemessenen und auf Millimeter reducirten Hubhöhen, die zweite Columne die beobachteten Temperaturerhöhungen, ausgedrückt in Theilen der Scala; die dritte Columne endlich gibt die in der obigen Weise zur Controle berechneten Temperaturzunahmen. Für die Controlrechnung benutzte man beim ersten Versuch den zweiten Versuch und für jede folgende Berechnung wurde immer der vorhergehende Versuch zu Grunde gelegt. Wer diese Controle noch weiter auszuführen wünscht, kann für jeden Versuch die Wärme aus irgend einem der in den Tabellen vorfindlichen Versuche durch Ansatz einer einfachen Proportion, wie oben geschehen, berechnen. Man mag aber diese Rechnung ausführen, wie man will, immer wird man, unter Berücksichtigung der oben angeführten Bedingungen, finden, dass der Hubhöhe proportionale Wärmemengen erzeugt wurden, gleichviel, ob es sich um bedeutende oder geringe Hubhöhen handelte. Die Muskeln in den folgenden drei Tabellen sind mit denjenigen Nummern bezeichnet, welche sie in unserem Tagebuche führen.

Hubhöhe in Millimetern.	Beobachtete Wärme in Theilen der Scala.	Berechnete Wärme in Theilen der Scala.
Nr. 2.		
5,182	23,5	22,02
4,003	17,0	18,14
2,675	14,0	11,39
2,107	11,0	11,09
Nr. 4.		
3,30	18,5	22,1
1,94	13,0	10,83
1,49	9,5	9,8
0,98	7,0	6,25
0,84	5,0	6,0
Nr. 8.		
3,63	10,5	9,38
3,47	9,0	10,03
6,65	19,0	17,26
1,889	6,5	5,4
3,044	9,0	11,85
2,67	7,5	7,90

Die beiden ersten der angeführten Muskeln zeigen die Abnahme der Wärmeproduction proportional mit der Leistung bei fortschreitender Ermüdung; in der letzten Tabelle aber findet

man, dass die Hubhöhe in zwei Fällen grösser wird, als vorher, und dieses entspricht jedesmal einer Verstärkung des Reizes, welche eine energischere Contraction im Gefolge hatte, als sie bei schwächerem Reiz gewesen war. Beide Male ist aber auch proportional mit der Hubhöhe, also mit der Arbeitsleistung, die Wärmeproduction gewachsen.

Man sieht aus den mitgetheilten Tabellen, und dieses war auch bei den übrigen Muskeln der Fall, dass die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung um so grösser wird, je geringer die Contractionen ausfallen, welcher Umstand in dem früher Gesagten seine Erklärung findet.

Manchmal trat der Fall ein, dass bei sehr grossen Contractionen im Anfange einer Versuchsreihe an einem kräftigen Muskel bedeutend mehr Wärme erzeugt wurde, als die folgenden Versuche verlangten. Aber auch dieses hängt offenbar mit dem gleichen Umstande zusammen, dass nämlich der Muskel um so mehr Kraft braucht, einer Last das Gleichgewicht zu halten, je mehr er sich seiner contrahirten Form nähert; diese Kraft wächst aber nicht in einem geraden Verhältniss mit der Contractionsgrösse, sondern sie muss rascher zunehmen, um so rascher, je höher das Gewicht gehoben wird. Daher rühren auch die grossen Differenzen in der Wärmeproduction bei bedeutenden Contractionen, während verhältnissmässig nur sehr geringe Unterschiede in den Hubhöhen vorhanden sind. Es sind deswegen oft die ersten Beobachtungen einer Versuchsreihe ganz unbrauchbar, wenn man zufällig einmal die Rollen des Inductionsapparates so weit einander genähert hatte, dass bei einem reizbaren Muskel im Anfange sehr energische Zusammenziehungen eintraten. Diese Verhältnisse hängen eng zusammen mit den Betrachtungen, welche E. Weber (Wagner's Handwörterbuch der Physiolog. Artikel Muskelbewegung, Bd. 3. 2. p. 92) über den wirklichen und möglichen Nutzeffect eines Muskels, der ein Gewicht hebt, angestellt hat.

Wir könnten auch Tabellen über solche Muskeln anführen, welche bei Belastung mit verschiedenen Gewichten zur Contraction gebracht wurden. Wenn wir aber auch in dieser Art Resultate bekommen haben, die das Gesetz, nach welchem die Wärmeproduction stattfindet, deutlich erkennen lassen, so sind die durch eine zudem unvollkommene Rechnung gefundenen Zahlen doch nie so übereinstimmend, wie die bei Belastung mit constantem Gewicht u. s. w. gewonnenen. Setzt man, wie gewöhnlich, die Arbeitsleistung des Muskels gleich Gewicht mal Hubhöhe, so bekommt man unvollkommenere Uebereinstimmung zwischen der in obiger Weise ausgeführten Rechnung,

und der Beobachtung, als wenn man zu dem Product (ausgedrückt in Gramm-Millimetern) noch eine der Anzahl gehobener Gewichtseinheiten gleiche Anzahl von Arbeitseinheiten (Gramm-Millimeter) addirt. Auf diese Art erzielt man, wie gesagt, eine leidliche Uebereinstimmung. Hätte man aber allein das Product aus Gewicht mal Hubhöhe in Rechnung ziehen wollen, so würde man diejenige Arbeitsleistung, welche darin besteht, ein Gewicht blos zu tragen, gleich Null haben setzen müssen.

Wenn auch die eben angeführte Art der Rechnung einigermassen willkürlich ist, so kann sie vielleicht doch dazu dienen, um, da immerhin zu der Zahl, welche den Nutzeffect ausdrückt, der für jedes Gewicht wechselnde Werth der statischen Leistung hinzuaddirt werden muss, das bei der Muskelcontraction mit constanter Belastung aufgefundene Gesetz auch für diesen Fall zur Geltung zu bringen. Es versteht sich von selbst, dass, wenn auch die Grösse des Gewichtes eine wechselnde ist, doch auch alles dasjenige gilt, was oben über die Folgen zu starker Contractionen gesagt wurde.

Wenn man die bei den beschriebenen Versuchen möglichen und wirklich vorhandenen Fehlerquellen bedenkt, so ist es immerhin eine sehr beachtenswerthe Uebereinstimmung, welche zwischen unserer Rechnung und der Beobachtung stattfindet, so zwar, dass man versucht ist, die Grösse der Erwärmung als vergleichbares Maass der Arbeitsleistung zu benutzen. Man würde sich dann etwa so ausdrücken: Wenn doppelt so viel Wärme entstand, so wurde auch doppelt so grosse Arbeit geleistet, und wenn gleichviel Wärme beobachtet wurde, so verrichtete der Muskel auch die nämliche Arbeit, in welcher Weise dieselbe auch verwendet worden sein mag: zum Tragen eines grossen oder zum Heben eines kleinen Gewichtes u. s. w.

Es wäre sehr verfrüht, wenn man eine ganz definitive Erklärung der thermischen Erscheinungen, welche bei der Muskelcontraction beobachtet werden, geben wollte; doch wird es gestattet sein, kurz auf dasjenige aufmerksam zu machen, was, bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse, das Wahrscheinlichste zu sein scheint. Jedenfalls ist soviel sicher, dass die im Anfang einer Muskelcontraction auftretende Abkühlung keine Beziehung zu der darauffolgenden Erwärmung hat. Jene tritt momentan mit der Muskelcontraction auf, letztere aber braucht, um zu der zu erreichenden Temperaturerhöhung anzuschwellen, längere Zeit und dauert sogar noch fort, wenn der Muskel schon wieder zur Ruhe gekommen ist.

Es scheint uns hinsichtlich der Abkühlung mit allen Thatsachen die Anschauung am meisten vereinbar zu sein, dass der Muskel im thätigen Zustande eine andere specifische Wärme annimmt, so zwar, dass sich seine Wärmecapacität vergrössert. Man darf gewiss behaupten, dass es sehr auffallend wäre, wenn der Muskel neben den übrigen molekulären Vorgängen und Veränderungen der physikalischen Eigenschaften (Elasticität u. s. w.) allein in seiner Wärmecapacität unverändert bliebe. Diejenige Menge freier Wärme, welche den Muskel, wenn er ruht, auf einer bestimmten Temperatur erhält, würde darnach, wenn der Muskel in Thätigkeit versetzt wird, nicht mehr hinreichen, ihn auf derselben Temperatur zu erhalten.

Nur mit dieser Hypothese sind wir im Stande, alle Eigenthümlichkeiten, welche mit der fraglichen Abkühlung verbunden sind, zu erklären, so z. B. wie des Weiteren nicht auseinandergesetzt zu werden braucht, warum die Temperaturabnahme im Momente der Contraction stattfindet und warum dieselbe so lange vorhanden ist, wie die Muskelzusammenziehung. Für die Richtigkeit der Hypothese ist zwar erforderlich, dass, nach Ablauf der Contraction, die frühere Temperatur sich wieder herstelle. Dieser Umstand ist jedoch wegen der folgenden Wärmeentwickelung nicht gut zu untersuchen; wäre dieses aber auch möglich, so würde dadurch doch nicht viel gewonnen werden, weil ein Muskel nach einer ermüdenden Zusammenziehung von ganz anderer Beschaffenheit ist und daher möglicherweise wieder eine andere Wärmecapacität besitzen kann, als vorher.

Im Gegensatze zu der Temperaturabnahme folgt die Entwickelung der Wärme erst später und nimmt in dem Maasse allmälig zu, als die Muskelcontraction fortdauert; sie ist um so stärker je energischer der Muskel arbeitet und ist nicht, wie die Abkühlung, von der Grösse der Belastung, sondern von der Grösse des den Muskel treffenden Reizes, demzufolge von der Grösse der geleisteten Arbeit abhängig und nimmt mit dieser proportional zu oder ab. Ferner bindet sich die Temperaturzunahme nicht streng an die Zeitdauer der Muskelcontraction, sondern währt nach derselben noch fort. Auf Grund dessen, was eben kurz zusammengefasst wurde, machen wir uns folgende Vorstellung:

Man weiss, dass der Muskel dadurch, dass er thätig ist, Veränderungen seiner chemischen Zusammensetzung erfährt; ja man kann behaupten, dass eine Contraction nur durch Verbrauch eines Theiles der Muskelsubstanz zu Stande kommen kann. Die Muskelsubstanz wird aber, wenn sie in Folge der Arbeits-

leistung verwandelt wird, rückschreitend eine Reihe von Stufen durchlaufen, bis sie sich endlich in solche Substanzen umgesetzt hat, als welche sie vorerst keine Veränderung mehr zu erleiden braucht. Bei einer jeden Contraction muss, wie leicht einzusehen ist, ein Theil der Muskelsubstanz immer eine gleich grosse Reihe von Stufen bis zu den definitiven Verwandlungsproducten durchlaufen. Nun ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass diese chemischen Processe, bei denen sich ein Körper höherer Ordnung unter Sauerstoff-Aufnahme in einfachere Substanzen verwandelt, von Wärmeentwickelung begleitet sind, und es muss, da der Ausgangspunkt und die schliesslichen Verwandlungsproducte immer die gleichen bleiben, auch nothwendigerweise die freiwerdende Wärme zu jeder Zeit der Menge der sich verwandelnden Substanzen proportional sein. Wie man voraussetzen muss, ist nun auch von der Arbeitsgrösse die Ausdehnung der von ihr abhängigen chemischen Vorgänge bestimmt und diese müssen zu jener ebenfalls in einem proportionalen Verhältnisse stehen, daher auch in zweiter Reihe die Temperaturerhöhung der Arbeitsgrösse proportional sein muss.

Einige Gewichts- und Trocken-Bestimmungen der Organe des menschlichen Körpers.

Von

E. Bischoff,

Cand. med. in München.

Die sogenannten exacten Naturwissenschaften verdanken einen grossen Theil ihres über die organischen Naturwissenschaften errungenen Vorsprunges, dem einfachen bei ihnen schon längst anerkannten und ausgeübten Satze, dass, wo es sich um Grössen, Maass- und Gewichtsverhältnisse handelt, nur Zahlen von Werth sind, und dass nur mit Hülfe derselben erfolgreich und sicher gearbeitet werden kann. Man kann zwar nicht sagen, dass dieser Satz bei den organischen Naturwissenschaften nicht auch schon zu vielfältiger Geltung gelangt ist; im Gegentheile, auch sie haben einen grossen Antheil ihres reissenden, in der letzten Zeit gemachten Fortschrittes nur in der erfolgreichen Anwendung dieses Satzes zu suchen.

In der Zoologie sehen wir denselben schon in einzelnen Fällen seit geraumer Zeit in Anwendung. So geben Buffon und Daubanton bereits in ihrer Naturgeschichte von den meisten von ihnen beschriebenen Thieren so genaue Messungen und Wägungen einzelner Theile derselben an, als man nur wünschen kann.

Die Grössenverhältnisse des menschlichen Körpers im Ganzen und seiner einzelnen Theile unter einander haben vorzüglich Künstler schon seit langer Zeit zu ermitteln gesucht.

Schon 1816 forderte Nasse d. ältere die Anatomen auf, endlich einmal anzufangen die Verhältnisse auszumitteln, in welchen sowohl die äusserlich als innerlich gelegenen Theile

des menschlichen Körpers ständen, und sprach den Wunsch aus, in den medicinischen Schriften physiologischen und pathologischen Inhalts nur erst auch mehr Zahlen und dafür weniger Nichts bezeichnender Worte zu finden. Dieser Aufforderung haben auch die Anatomen vielfach in der Angabe der Gewichts- und Grössen-Verhältnisse einzelner Theile des menschlichen Körpers, wie besonders des Schädels und des Gehirnes, namentlich aber Krause d. ält. in seinem Handbuche der menschlichen Anatomie rücksichtlich der Maassverhältnisse in umfassender Weise entsprochen, und bei letzterem finden wir auch Gewichtsangaben über die grösseren Abtheilungen des Körpers im Ganzen und über die Eingeweide im Einzelnen.

Die Mikroskopie hat von Anfang ihrer Entwicklung an auf die Bestimmung der Grössenverhältnisse der von ihr ermittelten Elementargebilde des pflanzlichen und thierischen Körpers eine Sorgfalt verwendet, die oft ohne Bedeutung geworden ist.

Auch die Physiologie hat schon vielfach den Versuch gemacht, ihren bei einzelnen Objecten gewonnenen Resultaten durch Zuziehen von Maass und Gewicht allgemeinere Anwendung zu verschaffen, und in der Medicin endlich haben wenigstens statistische Zahlen schon vielfach eine grosse Bedeutung gewonnen.

Geht man aber auf einzelne Fragen und Untersuchungen specieller ein, so wird man finden, dass uns in Beziehung auf sichere und brauchbare Gewichts- und Grössen-Bestimmungen des menschlichen Körpers noch ausserordentlich viel fehlt, und dass man sich in den organischen Naturwissenschaften noch viel zu sehr der unsicheren und meist Nichts sagenden Ausdrücken von gross-klein, leicht-schwer bedient und dadurch die Brauchbarkeit des Materials ausserordentlich geschmälert wird.

Will man gerecht sein, so muss man zugestehen, dass daran nicht sowohl Mangel an Einsicht der grossen Bedeutung einer exacteren Behandlung und Sprache, als vielmehr die grossen Schwierigkeiten Schuld sind, mit welchen man bei den organischen und insbesondere dem menschlichen Körper, bei der unendlichen Mannichfaltigkeit ihrer Formen und dem fast beständigen Wechsel ihrer Grössen- und Gewichtsverhältnisse zu kämpfen hat.

Dennoch sind manche Mängel unserer Kenntnisse in dieser Hinsicht auffallend. Angaben über die Gewichtsverhältnisse des ganzen Skeletes sowohl, als einzelner Theile zu einander besitzen wir meines Wissens nicht. Ueber die Gewichtsver-

hältnisse der Muskeln besitzen wir nur eine einzige, freilich sehr schätzbare Arbeit von Prof. Ed. Weber, die jedoch leider nur zu einem ganz bestimmten Zwecke ausgeführt wurde, und bei der deshalb Angaben, die sich auf den ganzen Körper und die übrigen Theile desselben beziehen, fehlen.

Endlich fehlt uns eine Gewichtsbestimmung aller einzelner Theile und Organe eines und desselben menschlichen Körpers gänzlich, und nur von einem Hunde und einer Katze haben wir von Falk und Scheffer, so wie von C. Schmidt zwei Bestimmungen der Art, die um so schätzenswerther sind, als sie auch zugleich die Gewichte der trocknen Körpertheile mittheilen.

Unsere vollständige Unkenntniss in dieser Sache veranlasste meinen Vater schon vor längeren Jahren, in Giessen mehrere seiner Schüler aufzufordern, sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen. Die erhaltenen Resultate gingen aber leider unter Hinzukommen seines Wegzuges von Giessen verloren, bis auf einen Fall, den er selbst allein an einem 16jährigen Selbstmörder im Jahre 1853 ausführte.

Da sich mein Vater in der letzten Zeit wiederholt mit Fragen über die relativen und absoluten Gewichte der einzelnen Gebilde des menschlichen Körpers bei seinen Untersuchungen über die Ernährung und den Stoffwechsel beschäftigte, so veranlasste er mich in den letzten Semestern, besonders bei Gelegenheit einer Hinrichtung, die Leiche dieses Hingerichteten möglichst genau in Beziehung der Gewichtsverhältnisse aller seiner Organe zu untersuchen. Später fand sich Gelegenheit, dasselbe an der Leiche eines gewaltsam gestorbenen Mädchens, eines neugeborenen Knaben und Mädchens und einer männlichen Frühgeburt anzustellen.

Da bei der Grösse der zwei ersten Objecte und der Nothwendigkeit, die Operation möglichst rasch auszuführen, es für einen Einzelnen nicht möglich ist, eine solche Arbeit ganz allein zu unternehmen, so war es für mich sehr günstig, dass ich mich dabei sowohl der Hülfe meines Vaters und des Herrn Adjuncten Dr. Rüdinger, vorzüglich aber der Mithülfe des Herrn Dr. Schmetzer, damaligen Assistenten an der königl. anatomischen Anstalt, erfreuen konnte, welchen Herren ich hiefür meinen innigsten Dank ausspreche.

Der zweite Theil meiner Arbeit besteht aus den Trockenbestimmungen sämmtlicher Organe eines Erwachsenen (der Leiche I) und eines neugebornen Mädchens (der Leiche V). Ich hoffe durch diese Arbeit, die äusserst zeitraubend war und viel Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, eine nicht

unwesentliche Lücke in der Kenntniss von der Zusammensetzung eines menschlichen Körpers, und ein zu vielen physiologischen Arbeiten erwünschtes Material gegeben zu haben.

I.

J. Klaushammer, 33 Jahre alt, wurde am 9. Novbr. 1861 mittelst des Fallbeiles hingerichtet. Er war ein stämmig gebauter, starker, 168 Cm. = 5′ 2″ 3‴ Par. grosser Mann, mit dem Ausdrucke völliger Gesundheit und guter Ernährung; was beides die Section in allen Theilen nachwies. Auf die Anatomie verbracht, wurde er sogleich entkleidet und gewogen. Der ganze Körper mit dem Kopfe wog = 66250 Grm. = 132,5 Pfd. Zollgewicht. Rechnet man nun, mit Zugrundelegung der von meinem Vater in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen, dass bei der Hinrichtung ungefähr 3418 Grm. Blut verloren gingen, so mag der ganze Körper vor derselben = 69668 Grm. = 139$^1/_3$ Pfd. Zollgewicht gewogen haben. Nachdem der Körper gereinigt worden war, begann man sogleich mit der Präparation. Dieselbe wurde so vorgenommen, dass man die Haut möglichst fettfrei abpräparirte, was, während der Kadaver noch warm war, sehr leicht geschah. Das noch anhängende Fett wurde durch Abschaben entfernt. Hierauf wurde die subcutane Fettschichte, die überall sehr reichlich war, so gut es ging, mit den oberflächlichen Fascien entfernt. Die Muskeln wurden dann rasch präparirt, an ihren Ursprungs- und Anheftungsstellen mit den entsprechenden Sehnen losgetrennt und sogleich gewogen, so dass möglichst wenig Verlust durch Verdunstung stattfand.

Die grösseren Blutgefässe und Nervenstämme wurden ebenfalls — so gut es bei der unumgänglich rasch vorzunehmenden Präparation geschehen konnte — isolirt herausgenommen und zusammen gewogen. Nach Entfernung der Brust- und Bauchmuskeln wurden die entsprechenden Höhlen exenterirt, die Entera gewogen und dann die Präparation an den übrigen Theilen fortgesetzt. Das Gehirn war gleich zu Anfang herausgenommen und gewogen worden.

Die Knochen wurden möglichst von allen sie umhüllenden Theilen befreit.

Auf diese Weise wurde das Gewicht der einzelnen Körpertheile bestimmt, und dadurch nachfolgende Tabelle erhalten.

Gewichtsverhältnisse

der Leiche, des am 9. November 1861 mittelst des Fallbeiles hingerichteten J. Klaushammer.

33 Jahre alt — 69668 Grm. schwer — 168 Cm. gross.

Organe.	Gramm.
I. Das ganze Skelet	11080,0
Schädel	1080,0
Halswirbel	191,0
Thorax mit 2 Lendenwirbeln	2130,0
Becken mit 3 Lendenwirbeln	1783,0
Rechte obere Extremität mit Schlüsselb. u. Schulterbl.	959,0
Linke ditto	905,0
Rechte untere Extremität	1933,0
Linke untere Extremität	1950,0
II. Die Muskeln	29102,0
III. Die Eingeweide	7006,7
Zunge	94,1
Schlundkopf, Gaumensegel und Speiseröhre	91,7
Magen ohne Inhalt	183,0
Dünndarm ohne Inhalt	713,0
Dickdarm ohne Inhalt	312,0
Mastdarm ohne Inhalt	58,0
Rechte Ohrspeicheldrüse	21,9
Linke Ohrspeicheldrüse	17,4
Rechte Unterkieferdrüse	8,6
Linke Unterkieferdrüse	8,6
Rechte Unterzungendrüse	3,0
Linke Unterzungendrüse	2,7
Leber mit Galle (Gefässe an der Porta abgeschnitten)	1598,5
Pankreas	89,7
Milz	131,3
Schilddrüse	45,8
Rechte Niere	128,2
Linke Niere	180,8
Rechte Nebenniere	4,0
Linke Nebenniere	4,6
Harnblase, Harnleiter, Harnröhre mit Penis	193,0
Prostata	20,5
Cooper'sche Drüsen	1,5
Rechter Hoden mit vas deferens und Samenblase	52,0
Linker Hoden mit ditto	38,0

	Gramm.
Respirationsorgane	522,7
Kehlkopf	28,5
Luftröhre	19,2
Rechte Lunge	247,0
Linke Lunge	228,0
Herz und Gefässe	693,2
Herz blutleer, die Gefässe im Herzbeutel abgeschnitten	332,2
Herauspräparirte (grössere) Gefässe	361,0
Gehirn und Nerven, Rückenmark, Häute	1747,1
Gehirn	1370,0
Rückenmark	33,3
Nerven	290,3
Dura mater des Gehirns	42,0
Dura mater des Rückenmarks	11,5
Einzelne Theile des Gehirns	
Grosses Gehirn	1201,5
Kleines Gehirn	168,5
Linke Hälfte des grossen Gehirns	590,0
Rechte Hälfte des grossen Gehirns	611,5
Linke Hälfte des kleinen Gehirns	83,6
Rechte Hälfte des kleinen Gehirns	84,9
Linke Vierhügel, Hirnschenkel u. Sehhügel	16,3
Linker Streifenhügel	20,7
Linke Hälfte des verlängerten Marks	11,5
Die Augen und Theile derselben.	
Rechter Augapfel mit den Muskeln	11,3
Derselbe ohne Muskeln und Sehnerv	6,0
Linker Augapfel ohne Muskeln und Sehnerv	6,5
Rechter Sehnerv	0,4
Linker Sehnerv	0,3
Rechtes Augenlid	2,1
Linkes Augenlid	2,5
Rechte Thränendrüse	0,5
Linke Thränendrüse	0,6
Beide äusseren Ohren	32,0
Nasenknorpel und Scheidewand	9,0
Galle	21,9
Harn	146,0
Magen-Darminhalt	872,0
IV. Das Fett.	12570,0
V. Die Haut.	4850,0

Gewichte

der einzelnen Muskeln mit ihren Sehnen in Grm.

von der Leiche des am 9. November 1861 hingerichteten J. Klaushammer.

Muskeln.

I. Die Muskeln am Kopfe.	rechts	links
Sämmtliche Gesichtsmuskeln	32,4	29,5
M. buccinator	9,2	11,3
M. temporalis	32,0	30,0
M. masseter	26,6	25,4
M. pterygoideus internus et extern.	18,3	17,3
M. rectus oculi superior	0,5	0,5
——— inferior	0,5	0,5
——— internus	0,5	0,5
——— externus	0,7	0,6
M. obliquus oculi superior	0,4	0,4
——— inferior	0,3	0,4
M. levator palpebr. super.	0,4	0,4
	111,8	116,8

II. Die Muskeln an der vordern und Seitenfläche des Halses.		
M. subcutaneus colli	16,0	13,2
M. sternocleidomastoideus	54,0	53,3
M. digastricus maxill. infer.	7,1	8,0
M. stylohyoideus	0,1	1,3
M. mylohyoideus	6,4	5,1
M. geniohyoideus	3,7	3,6
M. sternohyoideus	7,1	8,1
M. sternothyreoideus	4,5	4,5
M. thyreohyoideus	2,2	1,5
M. omohyoideus	5,7	6,4
M. rectus cap. ant. major	10,2	9,3
M. rectus cap. ant. minor	1,0	1,0
Mm. scaleni	35,0	35,0
	153,0	150,3

III. Die Muskeln in der Nacken-, Rücken- und Lendengegend.		
M. cucullaris	347,7	313,6
M. latissimus dorsi	361,8	299,5
M. rhomboideus	83,5	80,0
M. levator scapulae	47,4	44,3

	rechts	links
M. serratus post. sup.	14,9	14,9
M. serratus post. inferior	27,0	28,0
Mm. splenii capitis et colli	48,8	47,4
M. cervicalis ascendens	6,7	5,2
M. transversalis cervicis	9,6	11,4
M. sacrolumbalis	146,0	140,5
M. longissimus dorsi	326,0	340,0
M. trachelomastoideus	6,3	6,0
M. complexus et biventer cervicis	52,3	55,0
M. spinalis dorsi	15,0	18,6
M. semispinalis colli	22,3	24,3
M. semispinalis dorsi	17,0	17,0
M. multifidus spinae	199,0	191,0
M. rectus capitis lateralis.	1,0	1,0
M. rectus capitis poster. maj.	4,7	3,3
M. rectus capitis poster. min.	1,2	1,3
M. obliquus capitis inferior	6,9	7,1
M. obliquus capitis superior	2,5	3,2
M. longus colli	13,3	12,6
Hiezu kommen noch von beiden Seiten zusammen	1766,9	1663,2
Interspinales colli et lumb.	11,0	
Intertransversarii colli, dorsi et lumb.	35,5	
Mm. levatores costar. longi et breves.	45,5	
	92,0	

IV. Die Muskeln an der Brust.

M. pectoralis major	408,5	365,0
M. pectoralis minor	66,5	59,4
M. subclavius	5,0	5,8
M. serratus ant. major	276,0	259,7
Mm. intercostales	269,0	270,0
	1025,0	959,9

V. Die Muskeln am Bauche.

M. rectus abdominis	247,3	230,3
M. obliquus externus	241,0	242,8
M. obliquus internus	157,4	159,1
M. transversus abdominis	59,8	70,8
M. pyramidalis	3,0	6,1
M. quadratus lumb.	48,5	60,5
	757,0	769,6

VI. Die Muskeln der obern Extremität.

a) An der Schulter.

	rechts	links
M. deltoideus	473,8	439,8
M. coracobrachialis	59,4	50,4
M. supraspinatus	76,8	78,7
M. infraspinatus	178,0	160,0
M. teres minor	30,5	38,5
M. teres major	140,5	140,7
M. subscapularis	200,8	177,5
	1159,8	1085,6

b) Am Oberarm.

M. biceps brachii	210,7	177,5
M. brachialis internus	189,2	161,1
M. triceps brachii	477,8	422,0
	877,7	760,6

c) Am Vorderarm.

M. supinator longus	112,2	95,3
M. extensor carpi rad. long.	61,5	49,1
M. extensor carpi rad. brev.	38,0	30,0
M. palmaris longus	12,6	10,3
M. extensor digit. comm.	57,0	47,5
M. extens. digiti minimi. prop.	14,3	12,7
M. extens. carpi ulnar.	36,3	30,7
M. anconaeus quartus	11,0	10,0
M. supinator brevis	25,5	20,8
M. abductor poll. longus	23,5	14,6
M. extens. poll. brevis	11,5	12,0
M. extens. poll. long.	7,0	10,8
M. extens. indic. prop.	7,5	8,5
M. pronator teres	53,0	50,0
M. flexor corp. radial.	38,7	32,5
M. flexor carp. ulnar.	44,9	43,6
M. flex. digit. comm. subl.	120,5	101,6
M. flex. digit. comm. profund.	145,8	130,8
M. flex. poll. longus	29,2	26,5
M. pronator quadratus	12,3	11,6
	862,2	748,9

d) An der Hand.	rechts	links
Mm. lumbricales man.	5,5	4,0
M. palmaris brevis	1,0	0,8
M. abductor poll. brev.	7,5	7,0
M. opponens poll.	6,5	8,5
M. flexor poll. brev.	13,0	11,1
M. adductor poll.	12,3	6,4
M. adductor digiti minimi	8,6	9,4
M. flex. brev. digiti minimi.	3,5	3,7
Mm. interossei	34,0	36,0
	91,9	86,9
Also die obere Extremität zusammen		
Schulter	1159,8	1085,6
Oberarm	877,7	760,6
Vorderarm	862,2	748,9
Hand	91,9	86,9
	2991,6	2682,0

VII. Die Muskeln der untern Extremität.

a) Am Becken.

M. psoas minor	10,5	10,3
Mm. psoas major et iliacus internus.	429,0	437,0
M. glutaeus maximus	840,5	843,0
M. glutaeus medius	310,3	338,6
M. glutaeus minimus.	109,7	106,7
M. pyriformis	51,8	49,0
Mm. gemelli	10,0	13,0
M. obturator internus	72,0	66,5
M. obturator externus	65,5	69,5
M. quadratus femoris	51,0	51,0
	1950,3	1984,6

b) Am Oberschenkel.

M. tensor fasciae latae	111,3	121,0
M. sartorius	243,8	206,6
M. gracilis	133,5	134,0
M. rectus femoris	310,0	295,6
M. vastus femoris internus et extern.; M. cruralis	1393,0	1403,2
M. pectineus	81,5	80,5
M. adductor longus femoris	177,0	181,5
M. adductor brevis femoris	127,0	121,5
M. adductor magn. femoris	577,4	594,0
M. semitendinosus	217,7	208,5
M. semimembranosus	289,5	330,0
M. biceps femoris	395,8	388,6
	4067,5	4065,0

c) Am Unterschenkel.

	rechts	links
M. tibialis anterior	155,0	157,0
M. extensor hallucis longus	41,2	41,6
M. extens. communis longus	99,0	62,0
N. peronaeus longus	100,0	89,0
M. peronaeus brevis	43,3	47,2
M. gastrocnemius	387,0	400,3
M. plantaris	20,0	17,5
M. soleus	447,5	405,5
M. popliteus	31,5	34,0
M. tibialis posticus	101,5	101,0
M. flexor comm. long.	34,0	36,5
M. flexor hall. long.	89,0	97,7
	1549,0	1489,3

d) Am Fuss.

M. extensor comm. brev.	13,5	17,0
M. flexor comm. brev.	19,0	24,1
M. quadratus plantae	19,9	22,5
Mm. lumbricales	4,0	5,0
M. abductor hallucis	21,2	23,2
M. flexor hallucis brevis	15,6	12,8
M. adductor hallucis	17,5	17,2
M, transversal. plantae	1,3	2,0
M. abductor digiti minimi	19,3	20,8
M. flexor brevis digiti minimi	6,3	6,0
Mm. interossei	27,5	29,2
	165,1	179,8

Also die Muskeln der untern Extremität zusammen

an dem Becken	1950,3	1984,6
am Oberschenkel	4067,5	4065,0
am Unterschenkel	1549,0	1489,3
am Fusse	165,1	179,8
Zusammen	7731,9	7718,7

Hiezu kommen noch

Musc. phrenicus	335,0
Levator et sphincter ani extern.	52,8
Mm. ischiocavernosi	7,0
M. bulbocavernosus	7,0
Die Muskeln des Kehlkopfes	5,5
Zusammen	407,3

Stellen wir nun nochmals das Gewicht aller Haupttheile des Körpers kurz zusammen, so wog:

Das Skelet	11080,0 Grm.	=	15,9 %
Die Muskulatur	29102,0 „	=	41,8 „
Die Haut	4850,0 „	=	6,9 „
Das Fett	12570,0 „	=	18,2 „
Der Verdauungskanal (ohne Inhalt)	3333,5 „	=	4,1 „
Der Respirationsapparat. . .	568,5 „	=	0,8 „
Die Harn- und Geschlechtsorgane (ohne Inhalt)	550,6 „	=	0,8 „
Das Gefässsystem	693,2 „	=	0,9 „
Das Nervensystem . , . .	1747,1 „	=	2,6 „
Augen, Ohren u. Dura mater .	113,8 „	=	„
Der Magen- u. Darminhalt .	872,0 „	=	1,5 „
Der Harn	146,0 „	=	„
Das Blut	3418,0 „	=	4,9 „
	69044,0 Grm.		

des ganzen Körpers (mit Blut).

Der ganze Körper wog . = 69668 Grm.
es wurden gefunden . . = 69044 „
eine Differenz von . . . = 624 Grm. oder fast genau $1\frac{1}{4}$ Pfund, welche auf die unvermeidliche Verdunstung, auf den Verlust von Blutresten und die nicht gewogenen Haare zu rechnen ist.

In den oben gegebenen Tabellen sind die einzelnen Muskeln, rechtsseitige wie linksseitige, mit möglichster Genauigkeit präparirt und gewogen worden.

Das Gesammtgewicht der Muskeln ergab sich = 29102,0 Grm. Hiervon kommen auf

1) den Stamm (Kopf, Hals, Brust, Bauch, Nacken und Rücken) = 7977,8 Grm. und
2) die Extremitäten = 21124,2 „

Die Muskeln der beiden rechten Extremitäten wiegen zusammen . . . . . = 10723,5 Grm.
die der beiden linken . . . . . = 10400,7 „
was einen Unterschied zwischen Rechts und Links ergiebt von 322,8 Grm. und zwar sehen wir, dass die rechte Extremität, oben wie unten, schwerer ist, als die linke. Von dieser Differenz von 322,8 Grm. kommt jedoch der grösste Theil auf die obern Extremitäten, denn die rechte obere Extremität wiegt . . . . . = 2991,6 Grm.
und die linke . . . . . = 2682,0 „
ein Unterschied von . . = 309,6 „
Zieht man diese 309,6 Grm. von obigen 322,8 Grm. ab, so

erhält man für die Differenz der unteren Extremitäten 13,2 Grm.; wie es sich auch verhält, denn:

die rechte untere Extremität wiegt = 7731,9 Grm.
„ linke „ „ „ = 7718,7 „
der Unterschied ist also . . = 13,2 „

Man kann vielleicht daraus schliessen, dass das grössere Gewicht der Muskeln der rechten obern Extremität, durch die stärkere Arbeit derselben, vor der linken bedingt war, während dieser Unterschied bei den Beinen nicht stattfindet. Ich mache hier im Voraus aufmerksam, wie sich die Knochengewichte beider Extremitäten verhalten. Bei den obern sind die Knochen der rechten 54 Grm. schwerer, als die der linken; bei den untern dagegen die der linken 27 Grm. schwerer, als der rechten.

Berechnet man nun die Vertheilung sämmtlicher Muskeln auf die einzelnen Theile des Körpers nach Procenten, so erhält man für:

den Stamm und Kopf . .	= 27,4 %
die rechte obere Extremität	= 10,3 %
die linke ditto . . .	= 9,2 %
die rechte untere Extremität	= 26,5 %
die linke ditto . . .	= 26,5 %
	99,9 %

Drückt man die Verhältnisse der einzelnen Muskelgruppen zu einander aus, so verhalten sich:

die gesammten rechtsseitigen Muskeln zu den linksseitigen = 1:0,967

die Muskeln der rechten Hälfte des Stammes zu denen der linken gerade so, nämlich = 1:0.967

die Muskeln des Rumpfes u. Kopfes zu den der Extremitäten = 1:2,647

dieselben zu den der oberen Extremitäten = 1:0,711

dieselben zu den der untern Extremitäten = 1:1,936

die Muskeln der rechten obern Extremität zu den der linken = 1:0,862

die Muskeln der rechten untern Extremität zu den der linken = 1:0,998

die Muskeln der beiden obern Extremitäten zu den der beiden untern = 1:2,725

und zwar hiervon:

die Muskeln der rechten obern Extremität zu den der rechten untern = 1:2,584 und die Muskeln der linken obern Extremität zu den der linken untern = 1:2,505.

Ueber die Verhältnisse der einzelnen Muskelgruppen zu den zu ihnen gehörigen Skelettheilen erhalten wir Folgendes: Es verhalten sich

sämmtliche Muskeln zum ganzen Skelet
= 1 : 0,38

die Muskeln des Rumpfes zu den Knochen desselben
= 1 : 0,51

die Muskeln der rechten obern Extremität zu den Knochen derselben = 1 : 0,32

die Muskeln der linken obern Extremität zu den Knochen derselben = 1 : 0,33

die Muskeln der rechten untern Extremität zu den Knochen derselben = 1 : 0,24

die Muskeln der linken untern Extremität zu den Knochen derselben = 1 : 0,25.

Die Muskeln verhalten sich zum Fett . . = 1 : 0,43.

Das Fett verhält sich zum ganzen Körper = 1 : 5,45.

Wir wenden uns nun zu dem Skelet und seinen Verhältnissen. Hierbei ergab sich der Umstand, dass das Gesammtgewicht des Skeletes um 129 Grm. schwerer war, als die Summe der einzelnen Skelettheile. Es wurde nämlich einmal das Skelet im Ganzen gewogen und erst am andern Tage die einzelnen Theile. Dasselbe war wahrscheinlich eingetrocknet. Die hier folgenden Zahlen beziehen sich auf die Summe der frischen Skelettheile.

Das gesammte Skelet wiegt . . . 11080 Grm.

Hiervon ist

der Schädel . . . . . = 9,88 %
Wirbelsäule, Rippen, Brustbein u. Becken = 37,55
die beiden obern Extremitäten . . . . = 16,86
die beiden untern Extremitäten . . . . = 35,49

Oder etwas mehr im Einzelnen: es sind die Knochen

der rechten obern Extremität . . = 8,7 % des Skelets
der linken obern Extremität . . = 8,2 „ „
der rechten untern Extremität . . = 17,6 „ „
der linken untern Extremität . . = 17,8 „ „
der Thorax mit 2 Lendenwirbeln . = 12,8 „ „
das Becken mit 3 Lendenwirbeln . = 15,1 „ „

Setzt man die Gewichte der einzelnen Skelettheile = 1 und berechnet ihr Verhältniss jetzt zum Skelet, so erhält man: Es verhält sich:

der Schädel zum ganzen Skelet . = 1 : 10,121
der Rumpf (Thorax, Wirbelsäule etc.) = 1 : 2,669

Es verhalten sich:

die beiden obern Extremitäten . = 1: 5,861
die beiden untern Extremitäten . = 1: 2,559

Das Verhältniss des Skeletes zu den Muskeln ist folgendes:
Es verhält sich

das ganze Skelet zu allen Muskeln = 1:2,62

Es verhalten sich:

die Knochen des Rumpfes zu den Muskeln desselben . . . . . = 1:1,54
der Knochen der rechten obern Extremität zu den Muskeln derselben . . . . . = 1:3,12
die Knochen der linken . . . . . = 1:2,96
die Knochen der rechten untern Extremität = 1:3,99
die Knochen der linken . . . . . = 1:3,95

Bei den Eingeweiden der Bauchhöhle dürften höchstens die Verhältnisse der drüsigen Organe zu einander Interesse bieten, und hier vor Allem das der Leber zur Milz:

die Leber wog mit der Galle = 1598,5 Grm.
die Galle . . . . . = 21,9 „
also die Leber für sich = 1576,6 Grm.

Die Milz wog = 131,3 Grm.
Die Leber war also gerade 12 mal schwerer als die Milz, oder auf 1 Theil Leber kamen 0,08 Theile Milz.

Es ist selbstverständlich, dass dieses Verhältniss ein sehr wechselndes ist, je in welchem Stadium der Verdauung das Individuum sich befindet — in unserm Falle schien die Verdauung gerade im Gange zu sein, also die Milz nicht sehr vergrössert.

Die beiden Nieren waren fast gleich in ihrem Gewichte, ebenso die Nebennieren; der rechte Hode schwerer als der linke. Die Speicheldrüsen wogen zusammen 62,2 Grm. und zwar schienen sie rechts schwerer als links, es fand sich eine Differenz von 4,8 Grm. Die Drüsen des ganzen Körpers wiegen zusammen = 2308,1 Grm., machen also = 3,4 % desselben aus. Die rechte Lunge war natürlich schwerer als die linke und zwar um = 19 Grm.

Das Herz wog = 332,2 Grm., verhielt sich also zum ganzen Körper = 1:209,6 oder = 0,4 % des ganzen Körpers und zur übrigen Muskulatur = 1:87,6.

Was das Gehirn in Bezug auf den übrigen Körper und auf sich selbst betrifft, erhalten wir Folgendes:

Das Gehirn wog = 1370,0 Grm., was etwas über den 50sten Theil des Körpers ausmacht, oder das Gehirn verhält sich zum Körper = 1:52,3
was = 1,9 % ist.

Das kleine Gehirn wog = 168,5 Grm., was 12,3 % des ganzen Gehirns ausmacht, ist also 1033 Grm. leichter als das grosse, und zwar verhält sich jenes zu diesem = 1 : 6,5.

Die in der Tabelle angegebenen Bestimmungen einzelner Theile des Gehirns sind mit möglichster Genauigkeit gemacht. Die beiden Hälften des grossen sowohl als des kleinen Gehirns waren nicht gleich schwer, sondern die rechten schwerer als die linken. Beim grossen Gehirn fand sich eine ziemlich bedeutende Differenz von 21,5 Grm.; beim kleinen Gehirn dagegen eine von nur 1,3 Grm. Für die andern Theile des grossen Gehirns erhalten wir Folgendes:

Der linke Sehhügel, Hirnschenkel und die Vierhügel
= 1,18 % des ganzen Gehirns
= 1,35 % des grossen Gehirns
= 2,76 % der linken Hemisphäre des grossen Gehirns.

Der linke Streifenhügel
= 1,51 % des ganzen Gehirns
= 1,72 % des grossen Gehirns
= 3,50 % der linken Hemisphäre des grossen Gehirns.

Vierhügel, Sehhügel, Streifenhügel und verlängertes Mark wurden nur auf einer und zwar der linken Seite gewogen, da die anatomische Trennung dieser Theile nicht so genau sein kann, dass vergleichende Gewichtsbestimmungen beider Seiten einen Werth hätten.

II.

Hildegarde Hurler, 22 Jahre alt, stürzte am 24. Februar 1862 zwei Stockwerk hoch vom hiesigen allgemeinen Krankenhause herunter, wodurch sie sich eine Kopfverletzung zuzog, die augenblicklichen Tod zur Folge hatte. Ausser einer Fissur am Hinterhaupte war das rechte Schläfenbein der Quere nach gesprungen — ferner war an beiden Fersenbeinen die Tuberositas gebrochen. Sie hatte aus dem rechten Ohre eine Quantität Blut verloren, aus den übrigen Verwundungen aber gar keines.

H. H. war eine 159 Cm. grosse, üppig gebaute, wohl genährte, und mit Ausnahme zweier kleiner Schankergeschwüre um den After, ganz gesunde Person. Um $2^1/_2$ Uhr Nachts war sie heruntergestürzt und um 8 Uhr Morgens wurde sie auf die Anatomie gebracht. Sie wog = 55400 Grm. = 110,8 Pfd. Zollgewicht. Nachmittags 2 Uhr wurde mit der Präparation begonnen, und ebenso verfahren, wie bei Nr. I.

Leider kam durch eine Unvorsichtigkeit eine ziemlich grosse Anzahl Muskeln, die von verschiedenen Theilen des Körpers abgelöst aber noch nicht gewogen waren, so untereinander, dass es unmöglich war, dieselben ohne bedeutenden Zeitverlust und dann noch sehr unsicher auseinander zu lesen. Es wurden daher die Muskeln nur alle zusammen gewogen.

Nachstehende Tabelle giebt das Ergebniss der Wiegung der einzelnen Körpertheile.

Gewichtsverhältnisse

der Leiche der am 24. Februar 1862 durch einen Sturz verunglückten Hildegarde Hurler.

22 Jahre alt — 55400 Grm. schwer — 159 Cm. gross.

	Grm.
I. Das ganze Skelet	8390
Schädel	940
Halswirbel, Rückenwirbel, Rippen und Brustbein	1630
Becken mit fünf Lendenwirbeln	1420
Rechte obere Extremität	600
Linke obere Extremität	600
Rechte untere Extremität	1600
Linke untere Extremität	1600
II. Die gesammten Muskeln	19846
III. Die Eingeweide	6607,0
Zunge, Gaumensegel, Speiseröhre, Magen, Dünndarm, Dickdarm, Mastdarm (ohne Inhalt)	15350
Speicheldrüsen	65,5
Leber mit Gallenblase	1247,0
Pankreas	88,0
Milz	104,0
Schilddrüse	17,5
Thymusdrüse	18,5
Rechte Niere	102,0
Linke Niere	118,0
Die beiden Nebennieren	10,0
Harnblase (leer), Harnleiter und Genitalien	226,0
Die beiden Eierstöcke	9,0
Die beiden Brustdrüsen (möglichst fettfrei)	222,0
IV. Lungen, Luftröhre und Kehlkopf	674,0
V. Herz (mit Herzbeutel)	345,0
Gefässe (grössere)	330,0
VI. Gehirn, ohne Dura mater	1280
Rückenmark mit Häuten und Nervenwurzeln	56

	Grm.
Nerven (grössere)	270
Dura mater des Gehirns	40
VII. Augen mit Sehnerv	13,5
Die beiden Thränendrüsen	3,5
Die beiden Ohren	28,5
VIII. Das Fett	15670
IX. Die Haut	3175
Der Magen- und Darminhalt	1107

Stellen wir die in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen nochmals kurz zusammen, so wogen:

	Grm.	des ganzen Körpers
Das Skelet	8390,0	= 15,9 %
Die Muskulatur	19846,0	= 35,8 „
Die Haut	3175,0	= 5,7 „
Das Fett	15670,0	= 28,2 „
Der Verdauungskanal (ohne Inhalt)	3039,5	= 5,4 „
Der Athemapparat mit Schild- u. Thymusdrüse	710,0	= 1,2 „
Die Harn- u. Geschlechtsorgane (ohne Inhalt)	687,0	= 1,2 „
Das Gefässsystem	675,0	= 1,2 „
Das Nervensystem	1606,0	= 2,7 „
Augen und äussere Ohren	45,5	= 0,1 „
Magen- und Darminhalt	1107,0	= 1,9 „
Zusammen	54951,0.	

Der ganze Körper wog aber 55400 Grm., so dass wir einen Verlust von 349 Grm. haben, welche theils auf das bei der Präparation ausgelaufene Blut, theils auf die Verdunstung kommen.

Die Muskeln machen wieder die grösste Gewichtsmasse aus. Ihre Verhältnisse zu den übrigen Theilen des Körpers sind folgende:

Die Muskeln verhalten sich zum ganzen Körper = 1 : 2,78 und
zu den Knochen des ganzen Körpers = 1 : 0,42
zum Fett = 1 : 0,77.

Das Skelet verhält sich zum ganzen Körper = 1 : 6,60 und
zu den Muskeln des ganzen Körpers = 1 : 2,36.

Drückt man die Vertheilung der einzelnen Skelettheile sowohl auf den ganzen Körper als auf das ganze Skelet in Procenten aus, so macht:
Der Schädel = 1,6 % des ganzen Körpers und 11,2 % des ganzen Skelets.

Der Stamm (d. i, Wirbelsäule, Rippen, Brustbein, Becken) = 5,5 % — und 36,3 % —

Je eine obere Extremität (die rechte und linke sind gleich schwer) = 1,0 % — und 7,1 % —

Je eine untere Extremität (auch hier wiegen die rechte und linke gleich) = 2,8 % — und 19,0 % —

Zu bemerken ist bei dem Skelet noch die Gleichheit des Gewichts je der beiden obern und untern Extremitäten.

Von den Eingeweiden gilt dasselbe, wie bei Nr. I.

Die Leber ist auch hier 12 mal schwerer als die Milz und verhält sich zu ihr = 1:0,08.

Die linke Niere ist um 16 Grm. schwerer als die rechte.

Die Thymusdrüse war bei diesem 22jährigen Individuum sehr stark entwickelt, sie wog noch = 18,5 Grm.

Sämmtliche Drüsen des Körpers wogen = 2005 Grm., machen also = 3,6 % aus.

Das Herz wog = 345 Grm., verhielt sich also zum ganzen Körper = 1 : 160,5 und zur übrigen Muskulatur = 1 : 57,5 oder = 0,6 % des ganzen Körpers u. 1,7 % der Muskulatur.

Das Gehirn wog = 1280 Grm., ist also = 2,1 % des ganzen Körpers oder das Gehirn verhält sich zum Körper = 1 : 43,3.

III.

Ich reihe hier noch die Gewichtsbestimmungen der Organe eines jungen Selbstmörders an, die nicht von mir, sondern von meinem Vater im Jahre 1853 in Giessen gemacht wurden.

L. Stenger erhängte sich am 7. Juli 1853 und wurde am 8ten auf die Anatomie gebracht, wo auch alsbald mit der Präparation begonnen wurde. Er war 16 Jahre alt, 4′ 7″ 8‴ Par. gross, wog 35546,87 Grm. = 71 Pfd. 3 Loth (Zollgewicht), war völlig gesund und für sein Alter stark und kräftig gebaut, aber nicht fett.

Da mein Vater die Arbeit allein unternommen hatte und es zugleich ausserordentlich heiss war, so wurde die Präparation und Gewichtsbestimmung in manchen Theilen mangelhaft; namentlich fehlt das Gewicht des Skeletes, des Fettes und des Magen- und Darmkanals. Allein da glücklicher Weise der ganze Körper und dann derselbe nach Herausnahme des Gehirns und der Eingeweide, sodann auch ferner die Haut und das Fett zusammen für sich und ebenso alle Eingeweide, mit Ausnahme des Magen und Darmes gewogen waren, so lässt sich das Fehlende wohl ohne irgend ein Bedenken ersetzen.

Es wog nämlich der Körper, mit Hinweglassung des Decimalen, ohne Eingeweide . . = 28181 Grm.
die Muskeln . . . . . = 15722 „
folglich Haut, Fett u. Knochen = 12459 „
Haut u. Fett aber wogen . = 4023 „
folglich das Skelet . . . = 8436 Grm.

Ferner zur Berechnung des Gewichtes des Magens und Darms wurde folgendes Verfahren eingeschlagen:

Der ganze Körper wog . . . . . = 35546 Grm.
Der Körper ohne die Eingeweide . . = 28181 „
folglich sämmtl. Eingeweide mit Gehirn — 7365 „
Die bekannten Eingeweide u. das Gehirn — 4937 „
folglich Magen u. Darm mit Inhalt . . — 2428 Grm.

Stellt man hiernach die bekannten Zahlen für die Gewichte der grössern Körpertheile zusammen, mit den durch vorstehende Berechnungen gefundenen: so erhält man für:

Die Knochen . . . 8436 Grm.
Die Muskeln . . . 15722 „
Die Eingeweide . . 7365 „
Haut u. Fett . . . 4023 „
Zusammen 35546 Grm.

Haut und Fett lassen sich nicht wohl von einander trennen und einzeln näher bestimmen; auch ist das etwaige Fett an den Eingeweiden nicht näher anzugeben, obgleich dessen sicher nur wenig vorhanden war. Ebenso liegt ein Fehler von 80 bis 100 Grm. darin, dass in dem exenterirten Körper noch das Rückenmark mit seinen Häuten und die Dura mater des Schädels enthalten war, ersteres etwa zu 50, letztere zu 40 Grm. anzuschlagen.

Darnach dürfte sich aber doch nun folgende Tabelle aufstellen lassen. —

Gewichtsverhältnisse

der Leiche des am 7. Juli 1853 erhängt gefundenen
L. Stenger,

16 Jahre alt — 35546,87 Grm. schwer — 4′ 7″ 8‴ Par. gross.

	Grm.
I. Das Skelet	8436
II. Die Muskeln	15722
Muskeln des Rumpfes und Kopfes	4031
Muskeln der rechten obern Extremität	1445
Muskeln der linken obern Extremität	1484
Muskeln der rechten untern Extremität	4453

	Grm.
Muskeln der linken untern Extremität	4199
Zwerchfell	109
III. Eingeweide	7365
Magen und Darm mit Inhalt	2428
Leber	1289
Milz	127
Pankreas	78
Zunge, Kehlkopf, Lunge	791
Herz und grosse Gefässe	447
Harn- und Geschlechtsorgane nicht präparirt	645
Dieselben präparirt	391
Rechte Niere	117
Linke Niere	139
Eine Nebenniere	2,6
Beide Hoden mit Samensträngen	20
Thymusdrüse	47
IV. Das Gehirn	1406
V. Haut und Unterhautfettgewebe	4023

Die Muskeln sind uns, wie aus der Tabelle ersichtlich, sowohl im Ganzen als ihren verschiedenen Regionen nach bekannt; es ist uns daher möglich, ihre Vertheilung über den Körper näher zu betrachten.

Es kommen auf:

Den Rumpf und Kopf = 4140,52 Grm. =
= 26,5 % d. Muskulatur = 11,6 % d. ganz. Körpers
sämmtliche Extremitäten = 11581,91 Grm. =
= 73,5 % d. Muskulatur = 32,5 % „ „ „
die rechte obere Extremität = 1445,31 Grm. =
= 9,19 % d. Muskulatur = 4,06 % „ „ „
die linke obere Extremität = 1484,37 Grm. =
= 9,44 % d. Muskulatär = 4,17 % „ „ „
die rechte untere Extremität = 4453,12 Grm. =
= 28,95 % d. Muskulatur = 12,52 % „ „ „
die linke untere Extremität = 4199,21 Grm. =
= 26,69 % d. Muskulatur = 11,78 % „ „ „

Die Differenzen der Muskeln der je zusammengehörigen Extremitäten sind in diesem Falle ziemlich gross; die beiden oberen differenziren um 39,06 Grm. und zwar ist die linke Extremität die schwerere.

Die beiden unteren differenziren sogar um 253,91 Grm. Hier ist jedoch die rechte Extremität schwerer als die linke.

Das Verhältniss der verschiedenen Muskelgruppen unter einander ist folgendes:

Sämmtliche Muskeln der Extremitäten verhalten sich zu den Muskeln des Rumpfes und Kopfes = 1 : 0,358.
Die Muskeln der beiden obern Extremitäten zu den Muskeln des Rumpfes und Kopfes = 1 : 1,410.
Die Muskeln der beiden untern Extremitäten zu den Muskeln des Rumpfes und Kopfes = 1 : 0,478.
Die Muskeln der beiden obern Extremitäten zu den Muskeln der beiden untern = 1 : 2,987.
Die Muskeln der rechten obern Extremität zu den Muskeln der rechten untern = 1 : 3,079.
Die Muskeln der linken obern Extremität zu den Muskeln der linken untern = 1 : 2,829.
Die Muskeln der rechten obern Extremität zu den Muskeln der linken obern = 1 : 1,027.
Die Muskeln der rechten untern Extremität zu den Muskeln der linken untern = 1 : 0,943.

Was die Eingeweide betrifft, so ist hier Folgendes zu bemerken:

Die Leber ist 10,2 mal schwerer, als die Milz oder jene verhält sich zu dieser = 1 : 0,09.

Die linke Niere ist um 21,49 Grm. schwerer als die rechte.

Das Hirn wiegt = 1406,25 Grm. und ist = 3,9 % des Körpers oder es verhält sich zu diesem = 1 : 25,4.

Da die Gewichte des Skelets, Fettes und der Haut nicht in den Angaben sich befinden, sondern die in der Tabelle angegebenen Zahlen durch Berechnung gefunden sind, wagen wir keine Schlüsse von ihnen aus auf die andern Organe zu ziehen.

IV.

Ein neugeborner Knabe, der zwar klein, aber völlig ausgetragen und ausgebildet war, aber noch nicht geathmet hatte.

Das Gewicht des Körpers = 2300 Grm.
Die Länge desselben . = 49 Ctm.

Auf die Anatomie verbracht, wurde sogleich mit der Präparation begonnen. Da es zu schwierig war, die feine Haut von dem darunterliegenden Fette und Bindegewebe zu trennen, so wurde Alles zusammen entfernt und gewogen.

Man erhielt folgende Resultate:

Gewichtsverhältnisse

der Leiche eines neugeborenen Knaben 24. Novbr. 1861.

2400 Grm. schwer — 49 Ctm. gross.

	Grm.
I. Das Skelet	425,5
Der Schädel	127,0
Wirbelsäule, Rippen, Brustbein, Becken	152,0
Rechte obere Extremität	27,5
Linke obere Extremität	28,5
Rechte untere Extremität	46,5
Linke untere Extremität	44,0
II. Die Muskeln	550,0
Kopfmuskeln	15,5
Nacken-, Hals-, Lenden- u. Zwischenrippen-Muskeln	100,0
Bauchmuskeln	35,5
Zwerchfell	20,5
Muskeln der rechten obern Extremität	74,5
„ „ linken „ „ „	79,5
„ „ rechten untern „ „	112,5
„ „ linken „ „ „	112,5
III. Eingeweide des Bauches und der Brust	387,95
Magen und Darmkanal (ohne Inhalt)	70,0
Leber und Gallenblase	118,0
Milz	10,5
Pankreas	3,5
Zunge und Speiseröhre	13,5
Schilddrüse	7,2
Thymusdrüse	7,8
Herz, Herzbeutel und Gefässe	25,5
Lungen, Luftröhre, Kehlkopf	47,0
Rechte Niere	8,7
Linke Niere	8,5
Rechte Nebenniere	3,5
Linke Nebenniere	4,75
Genitalien, Harnblase und After	20,0
IV. Das Gehirn	380,0
Rückenmark ohne Dura mater	5,0
V. Haut mit dem subcutanen Fett, den Lymph- und Speicheldrüsen und einigen Gefässen	480,0
Die Augen	9,0
Der Darminhalt	39,5

Das Skelet wog also = 425,5 Grm. = 17,7 % d. ganz. Körpers
Die Muskeln . . = 550,0 Grm. = 22,9 % „ „ „
Die Eingeweide der Brust und des Leibes
= 387,95 Grm. = 16,1 % „ „ „
Die Haut (mit dem subcutanen Fett und Bindegewebe) . . . = 480,0 Grm. = 20,0 % „ „ „
Das Gehirn . . = 380,0 „ = 15,8 % „ „ „
Hierzu kommen noch:
Augen, Rückenmark und Darminhalt
= 53,5 Grm. = 2,2 % „ „ „
Blut u. Verlust . = 123,05 „ = 5,3 % „ „ „
100,0.

Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes wiegen = 171,0 Grm. = = 31,1 % d. Muskulatur = 7,13 % d. ganz. Körpers
Die Muskeln der Extremitäten = 379,0 Grm. = = 68,9 % d. Muskulatur = 15,7 % „ „ „
Die M. d. rechten obern Extrem. = 74,5 Grm. = = 13,5 % d. Muskulatur = 3,1 % „ „ „
Die M. d. linken obern Extrem. = 79,5 Grm. = = 14,4 % d. Muskulatur = 3,3 % „ „ „
Die M. d. beid. untern Extrem. je = 112,5 Grm. = = 20,4 % d. Muskulatur = 4,6 % „ „ „

Die Muskeln der rechten obern Extremität sind also um 5 Grm. leichter als die der linken; die der beiden untern Extremitäten sind ganz gleich.

Die verschiedenen Muskelgruppen verhalten sich zu einander wie folgt:
Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes zu den Muskeln der Extremitäten = 1 : 2,209.
Dieselben zu den Muskeln der obern Extremitäten = 1 : 0,897.
Dieselben zu den Muskeln der untern Extremitäten = 1 : 1,310.
Die Muskeln der rechten obern Extremität zu den der linken obern = 1 : 1,067.
Die Muskeln der rechten untern Extremität zu den der linken untern = 1 : 1.
Die Muskeln der zwei obern Extremitäten zu den der zwei untern = 1 : 1,461.
Die Muskeln der obern rechten Extremität zu den der untern rechten = 1 : 1,617.
Die Muskeln der obern linken Extremität zu den der untern linken = 1 : 1,415.

Das Verhältniss der Muskeln zum Skelet und der einzelnen Muskelgruppen zu den betreffenden Skelettheilen ist folgendes:

Sämmtliche Muskeln verhalten sich zum ganzen Skelet = 1 : 0,773.
Die Muskeln des Rumpfes zu den Knochen desselben = 1 : 1,631.
Die Muskeln der rechten obern Extremität zu deren Knochen = 1 : 0,355.
Die Muskeln der linken obern Extremität zu deren Knochen = 1 : 0,558.
Die Muskeln der rechten untern Extremität zu deren Knochen = 1 : 0,413.
Die Muskeln der linken untern Extremität zu deren Knochen = 1 : 0,391.

Das Skelet und seine Theile zeigen folgende Verhältnisse:
Das ganze Skelet = 17,7 % des Körpers.

	des ganz. Krprs.	des Skelets
Der Schädel	= 5,2 %	= 29,8 %
Die Wirbelsäule, Rippen, Brustbein und Becken	= 6,3 %	= 35,0 %
Die Knochen der rechten obern Extremität	= 1,1 %	= 6,4 %
Die Knochen der linken obern Extremität	= 1,1 %	= 6,6 %
Die Knochen der rechten untern Extremität	= 1,9 %	= 10,9 %
Die Knochen der linken untern Extremität	= 1,8 %	= 10,3 %
		99,0.

Von den Eingeweiden ist nicht viel zu sagen.

Die Leber ist 11,2 mal schwerer als die Milz od. sie verhält sich zu ihr = 1 : 0,08.

Schild- u. Thymusdrüse zeigen eine Differenz von 0,6 Grm., und zwar ist die letztere schwerer.

Die Nebennieren sind beinahe halb so schwer, als die Nieren.

Die rechte Niere verhält sich zur rechten Nebenniere = 1 : 0,4 und die linke Niere zur linken Nebenniere = 1 : 0,5.

Das Gehirn ist, wie oben angegeben, = 15,8 % des Körpers, oder dasselbe verhält sich zu ihm = 1 : 6,3.

V.

Am 28. October 1862 wurde die Präparation der Leiche eines neugebornen Mädchens vorgenommen.

Dasselbe war ziemlich gross (wurde leider nicht genau gemessen) und wog 2969 Grm. Es musste einige Male geathmet haben, da die Lungenbläschen lufthaltig gefunden wurden;

auch war das Meconium zum grössten Theile entleert. Im obern Theile des Darms fand sich ein gelber schleimig zäher Inhalt ebenso im Magen. In der Peritonealhöhle hatte sich eine ziemlich beträchtliche Menge wässerigen Exsudats angesammelt, das mit dem aus der Leber und den grösseren Gefässen herausgelaufenen Blute in einem Schwamme aufgenommen und so gewogen wurde.

Im Uebrigen war das Kind gut genährt; überall fand sich ein reichliches Fettpolster, welches man leicht von der Haut trennen und dann mit den oberflächlichen Fascien, Gefässen und Nerven von den Muskeln abpräpariren konnte.

Es ergab sich für die Organe folgende Tabelle:

Gewichtsverhältnisse

der Leiche eines neugebornen Mädchens den 28. Octbr. 1862.

2969 Grm. schwer.

	Grm.
I. Das Skelet	466,5
Der Schädel	131,0
Wirbelsäule mit Thorax	139,0
Rechte obere Extremität	30,0
Linke obere Extremität	30,0
Rechte untere Extremität mit resp. Becken- u. Kreuzbeinhälfte	68,0
Linke untere Extremität mit resp. Becken- u. Kreuzbeinhälfte	68,5
II. Die Muskeln	700,5
Muskeln des Kopfes und Rumpfes	290,5
„ der rechten obern Extremität	63,0
„ der linken obern Extremität	63,5
„ der rechten untern Extremität	140,0
„ der linken untern Extremität	143,5
III. Eingeweide	495,25
Magen und Darmkanal (ohne Inhalt)	65,0
Leber mit Gallenblase	131,5
Milz	15,5
Pankreas	4,0
Zunge und Speiseröhre	20,0
Schilddrüse	9,75
Thymusdrüse	11,25
Herz (Gefässe im Herzbeutel abgeschnitten)	19,5
Lunge, Luftröhre und Kehlkopf	73,5

Rechte Niere	13,0
Linke Niere	15,75
Rechte Nebenniere	5,0
Linke Nebenniere	5,5
Harnleiter, Harnblase u. Harnröhre	35,5
Genitalien, innere u. äussere	16,75
IV. Das Gehirn (mit Pia mater)	365,0
Das grosse Gehirn allein	331,5
Das kleine Gehirn mit Medll. obl. & Pons Var.	33,5
Rückenmark ohne Dura mater	6,0
ditto mit „ „	10,0
V. Die Haut	337,25
VI. Das subcutane Fett	405,5
Speicheldrüsen	6,5
Augen	6,0
Ohrmuscheln	7,25
Gesichts- und Kopfhaut	110,0
Bindegewebe, Gefässe und Nerven	61,0
Blut, Exsudat	50,0

Wir erhalten also folgende Gewichte für die einzelnen Körpertheile:

Das Skelet	466,5 Grm.	= 15,7 %	des ganz. Krps.
Die Muskeln	700,5 „	= 23,5 „	„ „ „
Die Eingeweide	495,25 „	= 16,6 „	„ „ „
Das Gehirn	365,0 „	= 12,2 „	„ „ „
Die Haut	337,25 „	= 11,3 „	„ „ „
Das Fett	405,5 „	= 13,5 „	„ „ „
Das Uebrige (Blut, Exsudat, Verlust u. s. w. d. Nähere s. in d. Tabelle)	202,75 „	= 6,8 „	„ „ „

Die Muskeln vertheilen sich über den Körper wie folgt:

Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes = 290,5 Grm. = = 41,4 % der ganzen Muskulatur.

Die Muskeln der Extremitäten = 410,0 Grm. = = 58,6 % der ganzen Muskulatur.

Von letzteren kommen auf:

die Muskeln der obern rechten Extremität = 63,0 Grm. = = 8,9 % der ganzen Muskulatur;

„ „ der obern linken Extremität = 63,5 Grm. = = 9,0 % der ganzen Muskulatur;

„ „ der untern rechten Extremität = 140,0 Grm. = = 19,9 % der ganzen Muskulatur;

„ „ der untern linken Extremität = 143,5 Grm. = = 20,4 % der ganzen Muskulatur.

Die Muskeln der Extremitäten sind beinahe gleich schwer — denn das 0,5 Grm. bei den obern ist ohne Bedeutung, und auch der Unterschied von 3,5 Grm. bei den untern Extremitäten dürfte kaum zu beachten sein. Die beiden letztern Extremitäten waren vor der Präparation, also mit Haut, Fett u.s.w., das Kreuzbein und das Symph. oss. pub. genau in der Mitte getheilt, gleich schwer. Nach der Präparation stellten sich die Muskeln und Knochen der rechten Extremität leichter heraus, als die der linken, aber bei dieser war das Fett um so viel leichter, als bei jener die Muskeln schwerer waren. Da jedoch der ganze Unterschied sich nur um höchstens 4 Grm. dreht, so scheint es überhaupt ohne Bedeutung und zufällig.

Das Verhältniss der Muskelgruppen zu einander stellt sich folgendermassen heraus: Es verhalten sich:

Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes zu den der Extremitäten = 1:1,411.

Dieselben zu den Muskeln der obern Extremitäten = 1:0,435.

zu „ „ d. untern Extremitäten = 1:0,972.

Die Muskeln der obern Extremitäten zu den der untern = 1:2,241.

Die Muskeln der rechten obern Extremität zu den der rechten untern = 1:2,222.

Die Muskeln der linken obern Extremität zu den der linken untern = 1:2,244.

Das Verhältniss der Muskeln der beiden obern und der beiden untern zu einander = 1:1—1,002.

Das Verhältniss der Muskeln zum Skelet und seinen Theilen ist folgendes — es verhalten sich:

Sämmtliche Muskeln zum ganzen Skelet = 1:0,665.

Die Muskeln des Kopfes und Rumpfes zu den Knochen derselben = 1:0,929.

Die Muskeln der rechten obern Extremität zu deren Knochen = 1:0,476.

Linkerseits dasselbe Verhältniss.

Die Muskeln der rechten untern Extremität zu deren Knochen = 1:0,414.

Die Muskeln der linken untern Extremität zu deren Knochen = 1:0,477.

In Betreff des Skeletes nun selbst finden wir:

Der Schädel . . . . . = 28,1 % desselben

Der Thorax und Wirbelsäule . . = 29,7 „ „

Die beiden obern Extremitäten je = 6,4 „ „

Die rechte untere Extremität . = 14,7 „ „

Die linke „ „ „ . = 14,6 „ „

Von den Eingeweiden lässt sich wenig sagen — sie sind alle wohl entwickelt und der Grösse und Schwere des Kindes entsprechend.

Das Verhältniss der Leber zur Milz ist hier = 1 : 0,11, also jene ist 8,5 mal schwerer als diese.

Schild- u. Thymusdrüse zeigen eine Differenz von 1,5 Grm., welches auf letztere kommt (11,25 Grm.).

Die rechte Niere (13,0 Grm.) ist um 2,75 Grm. leichter als die linke — ebenso ist die linke Nebenniere etwas schwerer als die rechte (5,5 u. 5 Grm.).

Die Nieren sind ungefähr $^2/_3$ mal schwerer als die Nebennieren.

Das ganze Gehirn wog = 365 Grm.

Das grosse allein . = 331 „

Das kleine mit Pons Var. u. Medull. obl. an den grossen Hirnschenkeln abgeschnitten = 33,5 Grm.

Letzteres war also 9,8 mal leichter als das grosse Gehirn und machte = 8,1 % des Gesammthirns aus.

Das ganze Gehirn ist 12,3 % des Körpers, oder es verhält sich zu ihm = 1 : 8,1. —

VI.

Ich theile hier noch die Gewichtsverhältnisse mit, die ich an einer Frühgeburt gefunden habe. Das Alter derselben schätzte ich auf circa $5^1/_2$ od. 6 Monate, sie war männlichen Geschlechts, wog mit Placenta und Nabelschnur 643 Grm., ohne diese Theile 497 Grm., und mass vom Scheitel bis zur Ferse 280 Mm.

Die Resultate der Wiegung finden sich in folgender Tabelle verzeichnet.

Gewichtsverhältnisse

einer männlichen Frühgeburt von circa 6 Monaten,
643 Grm. schwer (mit Nabelschnur und Placenta) — 280 Mm. gross.

	Grm.
I. Die gesammten Muskeln	111,5
Muskeln des Rumpfes und Kopfes	55,5
Muskeln der rechten obern Extremität	9,75
„ „ linken obern Extremität	9,75
„ „ rechten untern Extremität	18,5
„ „ linken untern Extremität	18,0
II. Die Eingeweide	
Zunge und Speiseröhre	3,0
Magen	2,5

	Grm.
Darmkanal (ohne Inhalt)	9,5
Leber (mit Gallenblase)	29,0
Milz	1,0
Pankreas	0,5
Kehlkopf, Luftröhre und Lunge	10,5
Schilddrüse	0,75
Thymusdrüse	1,5
Speicheldrüsen	0,75
Herz und grössere Gefässe	5,5
Harn und Geschlechtsorgane, Mastdarm	11,0
Die beiden Nieren	5,5
Die beiden Nebennieren	1,25
Das grosse Gehirn	85,5
Das kleine Gehirn	6,5
Rückenmark	0,75
Die beiden Augen	3,5
III. Das Skelet	101,0
Der Schädel	38,5
Hals und Brustwirbel, Rippen und Sternum	23,0
Lendenwirbel	3,5
Die Knochen der rechten obern Extremität	7,0
„ „ der linken „ „ „	7,0
Die Knochen der rechten untern Extremitäten mit der entsprechenden Beckenhälfte	10,5
„ „ der linken Seite	11,5
IV. Die Haut, mit Fett, Bindegeweben, Speicheldrüsen, Gefässen und Nerven	73,5
Placenta	140,0
Nabelschnur	7,5
Darminhalt	4,5

Das Skelet wog	= 101,0 „	= 20,3 % des Krps.	u. Nabelschnur ohne Placenta
Die Muskeln	= 111,5 „	= 22,3 „ „ „	
Die Haut etc.	= 73,5 „	= 14,8 „ „ „	
Eingeweide d. Brust u. d. Leibes	= 75,0 Grm.	= 15,0 „ „ „	
Gehirn	= 92,0 „	= 18,5 „ „ „	

Hierzu kommen noch für

Augen, Rückenmark, Darminhalt = 8,75 Grm. = 1,7 % —
Das Blut und der Verlust = 35,25 „ = 7,0 „ —

Die Placenta und Nabelschnur wogen 147,5 Grm. und machen = 22,9 % des Körpers aus, wenn man sie zu demselben rechnet.

Die Muskeln des Kopfes und Rumpfes	= 49,7 %	der gesammten Muskulatur
Die rechte u. linke obere Extremität jede	= 8,7 „	
Die rechte untere Extremität . . .	= 16,5 „	
Die linke untere Extremität . . .	= 16,1 „	

Was das Verhältniss der verschiedenen Muskelgruppen unter einander betrifft, so verhalten sich:

Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes zu den Muskeln aller Extremitäten . . . . . = 1 : 1,0009.
Dieselben zu den Muskeln der beiden obern Extremitäten . . . . . = 1 : 0,351.
Dieselben zu den Muskeln der untern Extremitäten . . . . . = 1 : 0,657.
Die Muskeln der beiden obern Extremitäten zu den Muskeln der beiden untern . . = 1 : 1,876.

Für das Skelet erhalten wir folgende Zahlen:

Der Schädel ist	= 38,11 %	des Skelets
Der Rumpf	= 26,23 „	„ „
Die eine obere Extremität . .	= 6,93 „	„ „
Die rechte untere Extremität .	= 10,39 „	„ „
Die linke untere Extremität .	= 11,38 „	„ „

Von den Eingeweiden dürfte zu bemerken sein, dass die Leber ziemlich schwer, 29 Grm., die Milz dagegen nur 1 Grm. wog, so dass sich hier das Verhältniss ersterer zu letzterer herausstellt = 1 : 0,03.

Die Thymus (1,5 Grm.) war schwerer sowohl als die Milz, als die Schilddrüse (0,75 Grm.).

Die beiden Nieren waren auf beiden Seiten gleich schwer, ebenso die beiden Nebennieren: das Verhältniss ersterer zu letzteren ist = 1 : 0,227.

Das Gewicht des Gehirns ist hier relativ schon ein sehr bedeutendes (92 Grm.), besonders das des grossen Gehirns, während das des Kleinhirns mehr im Verhältniss zum ganzen Körper (6 Grm.) bleibt. Das grosse Gehirn ist 13,02 mal schwerer als das kleine. Das ganze Gehirn ist = 14,3 % des Körpers, oder es verhält sich zu diesem = 1 : 6,9.

Der ganze Körper zeigte sich natürlich sehr fettarm.

Die einzelnen Theile der Genitalien zu wiegen, war bei der Kleinheit derselben ohne alle Bedeutung. —

Eine vergleichende Zusammenstellung der bei den einzelnen Präparationen für die verschiedenen Organe gefundenen Ge-

wichte dürfte gewiss von Interesse sein. Ich glaube nun, dass am besten die Fälle I, II, III und IV — und die Fälle IV, V u. VI getrennt verglichen werden müssen, theils der leichteren Uebersicht wegen, theils weil die Vergleichung der drei ersten Fälle mit einem der drei letzten dasselbe Resultat ergeben wird, als wenn alle drei dazu verwendet worden wären.

Es folgen hier zuerst die drei ersten Fälle, von denen ich zuvor bemerke, dass also I sich auf einen kräftigen Mann, II auf ein ditto Weib, III auf einen Jüngling von 16 Jahren und IV auf einen neugeborenen Knaben bezieht.

1. Vergleichende Tabelle der einzelnen Körpersysteme.

		I	II	III	IV	
Das Skelet	=	15,9	15,1	15,6	17,7	% d. ganz. Krprs.
Die Muskeln.	=	41,8	35,8	44,2	22,9	
Die Eingeweide a. der Brust .	=	1,7	2,4	3,2	3,0	
b. des Bauches	=	7,2	8,2	12,6	11,5	
Das Fett	=	18,2	28,2	13,9	20,0	
Die Haut.	=	6,9	5,7	6,2		
Das Gehirn	=	1,9	2,1	3,9	15,8	

Wir sehen aus dieser Tabelle, dass hier beim Neugebornen das Skelet relativ schwerer ist als bei dem Erwachsenen, jedoch ist auf die höchste Differenz von 2,1 % wenig Gewicht im Ganzen zu legen, besonders da der Fall V das Skelet = 15,7 % des Körpers ausmacht, also beinahe mit III gleich ist.

Bei den Muskeln finden wir viel bedeutendere Unterschiede. Die grösste Procentzahl findet sich bei III, grösser sogar als bei I, was von dem geringeren Fettreichthume herrührt; der Unterschied beträgt 3,6 %. III dagegen differirt von II um 9,4 % und von IV um 21,3 %.

Bei den Eingeweiden des Bauches ist zu bemerken, dass bei der Berechnung von III der Inhalt des Magens und Darmes mitgerechnet ist, da die Angabe desselben in der vorhandenen Tabelle fehlte.

In Betreff des Fettes überwiegt bedeutend Nr. II und zwar Nr. I um 9,5 % und Nr. III sogar um 13,8 %.

Bei dem Gehirne sehen wir, wie mit dem zunehmenden Alter das relative Gewicht desselben abnimmt. Beim Neugeborenen finden wir 15,8 % des Körpers, beim erwachsenen Manne nur 1,9 %, ein Unterschied von 13,9 %.

2. Vergleichende Tabelle der einzelnen Skelettheile.

		I	II	III	IV	
Der Schädel	=	9,88	11,2	—	29,8	% d. ganz. Skelets
Wirbelsäule, Rippen, Sternum und Becken	=	37,55	36,3	—	35,0	
Rechte obere Extremität . .	=	8,7	7,1	—	6,4	
Linke ditto . . .	=	8,2	7,1	—	6,6	
Rechte untere Extremität .	=	17,6	19,0	—	10,9	
Linke ditto . . .	=	17,8	19,0	—	10,3	

Bei Nr. III fehlen die Angaben über die einzelnen Skelettheile.

In dieser Tabelle ist besonders auffallend, wie bedeutend die Kopfknochen des Neugebornen die Knochen des übrigen Körpers, im Verhältniss zum Erwachsenen, überwiegen, welcher Unterschied sich durch eine geringere Differenz in dem Rumpf und den Extremitäten einigermassen wieder ausgleicht.

3. Vergleichende Tabelle der Muskeln in ihrem Verhältniss zu ihrer Summe und zum ganzen Körper.

		I	II	III	IV		I	II	III	IV
		% der Muskulatur					% des ganz. Körpers.			
Muskeln des Kopfes u. Rumpfes . .	=	27,41	—	26,50	31,10		11,45	—	11,60	7,13
„ d. rechten obern Extremität .	=	10,27	—	9,19	13,50		4,29	—	4,06	3,10
„ d. linken ditto	=	9,21	—	9,44	14,40		3,85	—	4,17	3,30
„ d. rechten untern Extremität .	=	26,56	—	28,95	20,40		11,09	—	12,52	4,60
„ d. linken ditto	=	26,52	—	26,69	20,40		11,07	—	11,78	4,60

Man ersieht leicht aus dieser Tabelle, wie bei weitem die grösste Masse sämmtlicher Muskeln des Körpers auf die unteren Extremitäten treffen, also zur Lokomotion dienen.

In Nr. III übertrifft sogar hierin eine untere Extremität sowohl den Kopf und Rumpf als die beiden obern Extremitäten zusammen, und in Nr. I beinahe.

Bei Nr. IV, wo noch kein Gebrauch der Muskeln stattgefunden hat, stellt sich dieses Verhältniss mehr gleichmässig für alle Körpertheile heraus.

Auf Kopf und Rumpf treffen in Nr. I und III beinahe gleichviele % der Muskeln, während in Nr. IV bedeutend mehr (Nr. I 3,7 % u. Nr. II 4,6 %) auf diese Theile kommen. Ebenso verhält es sich mit den Muskeln der obern Extremitäten.

Bei Nr. I u. III treffen also die Hauptmassen der Muskeln auf den untern Theil des Körpers, bei Nr. IV dagegen auf den obern.

Die Muskeln der untern Extremitäten sind bei Nr. IV ganz, bei Nr. I beinahe gleich, während bei Nr. III sich ein Unterschied zwischen rechts und links von 2,26 % ergiebt.

Ueber den Procentgehalt des Körpers an Muskeln ist zu bemerken, dass derselbe bei Nr. I u. III ziemlich gleich, bei Nr. IV dagegen bedeutend geringer, als bei jenen ist.

C. Vergleichende Tabelle über das Verhältniss der Muskeln zu einander.

	I	II	III	IV
Die Muskeln des Rumpfes u. Kopfes verhalten sich zu den M. der Extremitäten	= 1 : 2,647	—	: 2,796	: 2,209
Dieselben zu den Muskeln der obern Extremitäten	= 1 : 0,711	—	: 0,707	: 0,897
Dieselben zu den Muskeln der untern Extremitäten	= 1 : 1,936	—	: 2,089	: 1,310
Die Muskeln der beiden obern Extremitäten zu d. M. der beiden untern	= 1 : 2,725	—	: 2,987	: 1,461
Die Muskeln der rechten obern Extremität zu den M. der linken obern	= 1 : 0,862	—	: 1,027	: 1,067
Die Muskeln der rechten untern Extremität zu den M. der linken untern	= 1 : 0,998	—	; 0,943	: 1,000
Die Muskeln der obern rechten Extremität zu den M. d. untern rechten	= 1 : 2,584	—	: 3,079	: 1,617
Die Muskeln der linken obern Extremität zu den M. der linken untern	= 1 : 2,505	—	: 2,829	: 1,415

Die Muskeln des Rumpfes und Kopfes machen in allen drei Fällen nicht ganz $^1/_3$ der gesammten Muskelmasse aus. Auf die Extremitäten vertheilen sich die übrigen $^2/_3$ so, dass auf die untern Extremitäten mehr als $^1/_3$, auf die obern das betreffende weniger als $^1/_3$ kommt.

Was das Verhältniss der beiden obern Extremitäten zu einander betrifft, so ergiebt sich, dass es in Nr. III und IV ziemlich gleich ist, in Nr. I dagegen die rechte Extremität die linke etwas übertrifft.

Die untern Extremitäten verhalten sich in den drei Fällen ziemlich gleich 1 : 0,9 u. s. w. Das Nähere ist leicht aus der Tabelle ersichtlich.

Das Verhältniss der beiden rechten Extremitäten zu einander ist beinahe dasselbe, wie das der beiden linken zu einander, nur in Nr. III zeigt sich ein etwas bedeutenderer Unterschied.

5. Vergleichende Tabelle der Gewichte einiger Eingeweide des Leibes.

	I	II	III	IV	Mittel mit IV	Mittel ohne IV
Leber mit Gallenblase . . .	1598,5	1247,0	1289,0	118,0	1063,1	1378,0
Milz	131,3	104,0	126,9	10,5	93,1	120,7
Pankreas . . .	89,7	88,0	78,12	3,5	66,5	85,2
Rechte Niere . .	128,2	102,0	117,18	8,7	89,0	115,7
Linke Niere . .	130,8	118,0	138,6	8,5	98,0	129,1
Rechte Nebenniere	4,0	5,0	2,6	3,5	3,7	3,8
Linke Nebenniere	4,6	5,0	2,6	4,75	4,2	4,0

Im Ganzen ist in Nr. I, II u. III der Unterschied dieser Eingeweide ein geringer; er beträgt bei der Leber im Mittel 167,6 Grm., bei der Milz 18,2 Grm., beim Pankreas 7,7 Grm., bei der rechten Niere 17,4 Grm., bei der linken 13,7 Grm. Es scheint, dass das Gewicht dieser Eingeweide in normalen Fällen und im erwachsenen Körper nicht mit dem Gesammtgewichte desselben parallel, und nicht so bedeutend wie die Muskeln und das Fett Schwankungen unterworfen ist, sondern, mag der Körper schwerer oder leichter werden, auf dem einmal angenommenen Gewichte stehen bleibt. Es wird sich mit diesen Eingeweiden gerade so oder ähnlich verhalten, wie mit dem Gehirne, das, wenn es seine bestimmte Grösse und Schwere mit der Entwicklung des Körpers erreicht hat, diese auch un-

abhängig von demselben behält, wenn es nicht selbst einer Krankheit verfällt.

Der Unterschied zwischen Nr. I, II u. III einerseits und Nr. IV anderseits ist hier natürlich ein sehr bedeutender; mit Ausnahme was die Nebennieren betrifft, welche rechts im Mittel nur eine Differenz von 1,9 und links von 1,7 ergeben.

Wenn in Nr. IV, wie oben angegeben, die rechte Niere zur rechten Nebenniere sich verhält = 1 : 0,4, so verhält sie sich z. B. in Nr. I = 1 : 0,003.

Wir wenden uns nun zur Vergleichung der drei letzten Fälle, wobei sich IV auf einen neugebornen Knaben, V auf ein neugebornes Mädchen, VI auf eine circa $5\frac{1}{2}$ Monat alte männliche Frühgeburt bezieht.

1. Vergleichende Tabelle der verschiedenen Systeme.

	IV	V	VI	% des ganz. Körpers.
Das Skelet	17,7	15,7	20,3	
Die Muskeln	22,9	23,9	22,3	
Die Eingeweide a. der Brust .	3,0	4,5	2,7	
b. des Bauches	11,5	12,1	12,3	
Das Fett	20,0	13,5	14,8	
Die Haut		11,3		
Das Gehirn	15,8	12,2	18,5	

Das Skelet im Falle V ist absolut um 9 % (41 Grm.) schwerer wie im Falle IV — relativ jedoch um 2 % leichter — die Muskeln dagegen sind in Nr. V relativ und absolut schwerer — ebenso das Fett und die Haut. Das Gehirn ist in Nr. IV relativ und absolut schwerer als in Nr. V (380 — 365 Grm.). Das Skelet bei Nr. VI ist relativ schwerer als bei Nr. IV u. V — die Muskeln beinahe gleich mit Nr. IV, die Haut und das Fett dagegen bedeutend leichter.

Das Gehirn ist relativ von allen Fällen das schwerste — es differenzirt schon mit Nr. IV um 2,7 % und gar mit Nr. I um 13,9 %.

Die Eingeweide zeigen in keinem der drei Fälle einen wesentlichen, relativen Unterschied.

2. Vergleichende Tabelle über das Skelet.

	IV	V	VI	
Der Schädel	29,8	28,1	38,1	% des Skelets.
Thorax u. s. w.	35,0	29,7	26,2	
Rechte obere Extremität . . .	6,4	6,4	6,9	
Linke ditto	6,6	6,4	6,9	
Rechte untere Extremität . . .	10,9	14,7	10,3	
Linke ditto	10,3	14,6	11,3	

Ich habe hier vor Allem zu bemerken, dass bei Nr. IV das Becken zum Thorax gewogen wurde, während es bei Nr. V u. VI (an der Symphys. pub. und am Kreuzbeine) genau getheilt, zu den entsprechenden untern Extremitäten gerechnet wurde. Bringt man dieses in Anrechnung, so fällt sehr auf, wie gleich die relativen Zahlen für den Thorax und die obern Extremitäten sind, und zwar in allen drei Fällen.

Der Schädel hat in Nr. VI bedeutend, fast um 10 %, das Uebergewicht — während ebendaselbst die untern Extremitäten nachstehen. Das relative Gewicht des Schädels in Nr. VI übertrifft das in Nr. I um 28,3 %.

3. Vergleichende Tabelle der Muskeln in ihrem Verhältnisse zu ihrer Summe und zum ganzen Körper.

	IV	V	VI		IV	V	VI	
Muskeln des Kopfes u. Rumpfes	31,1	41,4	49,7	% d. ganzen Muskulatur.	7,1	9,8	8,6	% d. ganz. Krps.
„ der recht. ob. Extremität	13,5	8,9	8,7		3,1	2,1	1,5	
„ der link. ob. „ „	14,4	9,0	8,7		3,3	2,1	1,5	
„ der recht. unt. „ „	20,4	19,9	16,5		4,6	4,7	2,8	
„ der link. unt. „ „	20,4	20,4	16,1		4,6	4,8	2,8	

Die Kopf- und Rumpfmuskeln in Nr. IV sind sowohl bezüglich der gesammten Muskulatur als zum ganzen Körper am leichtesten — wogegen wieder die Muskeln der Extremitäten in diesem Falle die der andern übertreffen, Nr. V u. VI sind sich viel gleicher — als Nr. IV u. V sowohl in Relation zum Gewicht der ganzen Muskulatur als zum Körpergewicht. Bei Nr. VI sieht man aber noch ganz deutlich, dass die Entwickelung der Muskeln der untern Extremitäten relativ zurück ist, während die Muskeln der obern Körpertheile von Nr. IV u. V relativ wenig verschieden sind.

4. Vergleichende Tabelle über das Verhältniss der Muskeln zu einander.

	IV	V	VI
Die Muskeln des Rumpfes : zu den Muskeln der Extremitäten . . =	1 : 2,2	: 1,4	: 1,0
Die Muskeln d. ob. Extrem. : zu den Muskeln der untern Extremitäten =	1 : 1,4	: 2,2	: 1,8
Alle rechtsseitigen Muskeln : zu allen linksseitigen . . . . . =	1 : 1,01	: 1,01	: 0,99

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, dass bei Nr. IV die Muskeln der Extremitäten mehr als doppelt so schwer sind, als die des Rumpfes, während sie bei Nr. V auch noch schwerer, bei Nr. VI fast ganz gleich schwer sind — so dass das Verhältniss im Mittel = 1,53 ist. Ferner, dass in Nr. V die Muskeln der untern Extremitäten mehr als doppelt so schwer sind, als die der obern — bei Nr. VI u. IV aber etwas weniger — im Mittel = 1 : 1,7.

Die Muskeln auf der rechten Seite sind in diesen drei Fällen in Summa gerade so schwer, als die der linken — im Mittel verhalten sie sich = 1 : 1,003.

5. Vergleichende Tabelle der Gewichte einiger Eingeweide.

	IV	V	VI
Leber	118,0	131,5	29,0
Milz	10,5	15,5	1,0
Pankreas	3,5	4,0	0,5
Rechte Niere	8,7	13,0	5,5
Linke Niere	8,5	15,75	
Rechte Nebenniere . . .	3,5	5,0	1,25
Linke Nebenniere . . .	4,75	5,5	

Nr. V ist der am meisten entwickelte Fall und hat auch die absolut und relativ schwersten Eingeweide. Das Verhältniss des Gewichts der Leber zu dem des Körpers in Nr. IV = 1 : 20,5 — in Nr. V = 1 : 22,5 — und in Nr. VI = 1 : 22,1, also in Nr. V u. VI beinahe gleich, in Nr. IV nur unbedeutend verschieden. Später wird das Verhältniss natürlich ein anderes, wie z. B. in Nr. I = 1 : 43,8.

Das Verhältniss der übrigen Eingeweide zum Körper oder zu einander ist hier ein sehr ungleiches.

Ich mache noch auf das Verhältniss der Milz zur Leber aufmerksam, welches fast in allen sechs Fällen ein auffallend gleiches ist, wenigstens in den fünf ersten.

Die Leber verhält sich zur Milz in Nr. I = 1 : 0,08
„ „ „ „ „ „ „ Nr. II = 1 : 0,08
„ „ „ „ „ „ „ Nr. III = 1 : 0,09
„ „ „ „ „ „ „ Nr. IV = 1 : 0,08
„ „ „ „ „ „ „ Nr. V = 1 : 0,11
„ „ „ „ „ „ „ Nr. VI = 1 : 0,03

Was also im Durchschnitt bei den fünf ersten Fällen ergiebt = 1 : 0,08.

Es wird dieses Verhältniss, wie schon oben einmal bemerkt, gewiss ein wechselndes sein, jedoch ist es merkwürdig, dass es gerade in diesen Fällen so gleich erscheint.

Stellen wir nun schliesslich zur bessern Uebersicht die absoluten Gewichte der einzelnen Hauptgruppen des Körpers zusammen, so erhalten wir folgende Tabelle:

	Nr. I	Nr. II	Nr. III	Nr. IV	Nr. V	Nr. VI
Skelet . .	11080,0	8390,0	5525,0(?)	425,5	466,5	101,0
Muskeln .	29102,0	19846,0	15722,4	550,0	700,5	111,5
Eingeweide	7980,0	6963,0	7146,3	772,9	1069,5	171,25
Haut. . .	4850,0	3175,0	2210,0	480,0	447,5	73,5
Fett . . .	12570,0	15370,0	4938,0(?)		466,5	

Ich theile nun noch zwei Trockenbestimmungen mit, von denen ich die eine an dem im Obigen als Nr. I aufgeführten Hingerichteten, die andere an Nr. V, einem neugebornen Mädchen, gemacht habe.

Meines Wissens sind bis jetzt noch keine Bestimmungen des Wassergehaltes sämmtlicher Theile eines und desselben menschlichen Körpers gemacht oder bekannt geworden, was wohl mit seinen Grund in den Schwierigkeiten, dieselben auszuführen, haben mag. Einen ganzen Körper in den Trockenofen zu thun, ist wohl nicht möglich; man muss daher alle einzelnen Theile genau vorher in frischem Zustande wiegen und alsdann kleinere Stücke von jedem derselben nehmen und trocknen. Hierdurch ist man gezwungen anzunehmen, dass ein Organ durchweg in allen seinen Theilen einen gleichen Wassergehalt hat, und ein kleiner fast immer unvermeidlicher Fehler beim Trocknen multiplicirt sich je nach der Grösse des Organes oft bedeutend. Von allen Bestandtheilen des Körpers bietet aber keiner solche Hindernisse, als der Knochen oder

überhaupt das Skelet. Abgesehen davon, dass der Wassergehalt an den verschiedenen Knochen des Körpers im Ganzen ein wechselnder ist, besteht jeder derselben wieder fast durchweg aus zweierlei Substanzen, die unter sich sehr verschiedene Mengen Wasser enthalten, und von denen man nicht weiss und nicht wohl leicht wissen kann, in welchem Verhältniss zu einander sie vorhanden sind. Ich habe in dem ersten Falle bei dem Hingerichteten den Wassergehalt der Knochen nicht bestimmt — theils weil ich nicht wusste, wie ich die sich mir entgegenstellenden Schwierigkeiten überwinden sollte, theils weil das Skelet noch zu einem andern Zwecke verwendet wurde. Um indessen diese Lücke auszufüllen und dadurch weitere Vergleichungen möglich zu machen, habe ich die in der unten folgenden Tafel eingesetzten Zahlen für den Wassergehalt des Skeletes aus dem Mittel einer von Dr. A. Friedleben an vier Knochen des Skeletes eines 37 Jahre alten Mannes gemachten Wasserbestimmung entnommen. Obgleich dieselben selbstverständlich nicht genau für unsern Fall gelten, dürften sie sich doch eben nach der Natur des Objectes kaum beachtenswerth von der Wirklichkeit entfernen.

Die übrigen Theile wurden gleich während der Präparation in vorher genau tarirten Trockenschälchen gewogen, und hierauf bei 100^0 scharf getrocknet, so dass sie vor der Hand nicht verfaulen konnten. Ich gewann auf diese Art Zeit, die ziemlich grosse Anzahl derselben hinter einander einer genauen Trocknung und Wiegung unterziehen zu können. Erstere wurde in einem Wasserbade bei 100^0 so lange fortgesetzt, bis ich nicht mehr im Stande war, eine Gewichtsabnahme, nach je 24 Stunden, auf einer feinen Wage zu bemerken.

In dem zweiten Falle wurde im Ganzen gerade so verfahren — nur sind die Zahlen für das Skelet das Mittel aus 10 Wasserbestimmungen an 10, von verschiedenen Theilen desselben genommen und in Betreff ihres Wassergehaltes bestimmten Knochen.

Beide Arbeiten wurden im physiologischen Institute dahier gemacht, unter der freundlichen Mithülfe des Herrn Prof. Dr. Voit, welchem Herrn ich hiefür meinen wärmsten Dank zu entrichten Gelegenheit nehme.

1. Tabelle über Trockenbestimmungen,

ausgeführt an der Leiche des hingerichteten J. K.

Organe.	Das ganze Organ		Wasser des ganzen Organs	feste Theile	Wasser
	frisch	trocken			
	in Grammes			in Procent.	
Das Skelet	11080,0	9637,636	2442,364	77,957	22,043
Muskeln	29102,0	7074,934	22027,066	24,328	75,672
Zunge	94,1	25,265	68,835	26,850	73,150
Schlundkopf, Gaumensegel u. Speiseröhre	91,7	17,457	74,243	19,038	80,962
Magen	183,0	33,155	149,955	18,440	81,560
Dünndarm	713,0	259,750	453,250	26,613	73,387
Dickdarm	312,0	82,291	229,709	26,696	73,304
Mastdarm	58,0	20,482	37,518	26,696	73,304
Die 2 Ohrspeicheldrüsen	39,3	12,541	26,759	31,913	68,087
Die 2 Unterkiefer- u. die Unterzungendrüsen	22,9	10,712	12,288	21,722	78,378
Leber	1576,6	500,588	1076,012	31,736	69,263
Pankreas	89,7	15,596	74,104	17,386	82,613
Milz	131,3	31,753	99,547	24,230	75,770
Schilddrüse	45,8	11,190	34,610	24,433	75,567
Die 2 Nieren	259,0	48,866	214,134	17,323	82,677
Die 2 Nebennieren	8,6	4,070	4,530	46,172	58,828
Harnblase, Harnleiter u. Penis	193,0	46,790	146,210	24,244	76,756
Prostata	20,5	3,688	16,812	17,994	82,006
Hoden mit den Samenblasen	90,0	12,726	77,274	14,140	85,850
Kehlkopf und Luftröhre	47,7	15,275	32,425	32,025	67,975
Lungen	475,0	99,944	375,056	21,041	78,959
Herz	332,2	69,074	263,126	20,793	79,207
Gefässe	361,0	94,463	266,537	26,167	73,833
Gehirn	1370,0	343,040	1026,960	25,040	74,960
Rückenmark	33,3	10,078	23,222	30,267	69,733
Nerven	290,3	111,953	178,347	41,665	85,335
Augen	13,0	0,169	12,831	13,001	86,999
Thränendrüsen	1,1	0,204	0,896	18,597	81,403
Ohren- und Nasenknorpel	41,0	12,386	28,614	30,211	69,789
Fett	12570,0	8809,423	3760,577	70,083	29,917
Haut	4850,0	1356,545	3493,455	27,970	72,030
Galle	21,9	3,100	18,800	14,000	86,000
Harn	146,0	10,220	135,780	7,000	93,000
Blut	3418,0	581,060	2836,940	17,000	83,000

2. Tabelle über Trockenbestimmungen,

ausgeführt an der Leiche eines neugeborenen Mädchens.

Organe.	Das ganze Grgan		Wasser des ganzen Organs	festeTheile	Wasser
	frisch	trocken			
	in Grammes			in Procent.	
Das Skelet	466,5	315,689	150,811	67,672	32,328
Muskeln	700,5	127,631	572,869	18,220	81,780
Zunge und Speiseröhre .	20,0	3,900	16,100	19,500	80,500
Magen und Darmkanal .	65,0	10,956	54,044	16,855	83,145
Leber	128,0	24,894	103,106	19,448	80,552
Pankreas , ...	4,0	0,721	3,279	18,007	81,993
Milz	15,5	2,290	12,210	21,548	78,452
Schilddrüse	9,75	1,792	7,958	18,370	81,630
Thymusdrüse.	11,25	2,290	12,210	17,767	82,233
Nieren.	28,75	4,113	24,637	14,303	85,697
Nebennieren	10,5	1,864	8,636	17,748	82,252
Kehlkopf, Luftröhre u. Lunge	73,5	12,817	60,683	17,437	82,563
Herz	19,5	3,248	7,958	16,652	83,348
(Das ganze Gehirn. . .	365,0	39,211	325,789)		
Das grosse Gehirn . . .	331,5	35,153	296,347	10,604	89,396
Das kleine Gehirn u. verlängerte Mark	33,5	4,058	29,442	12,222	87,778
Rückenmark	6,0	1,094	4,906	18,219	81,781
Haut	447,25	126,779	320,471	32,818	67,182
Fett, Bindegewebe, Gefässe u. s. w.	466,5	295,098	171,402	63,258	36,742
Blut und Exsudat . . .	50,0	7,500	42,500	15,000	85,000

Sämmtliche in der ersten Tabelle aufgeführte Organe wiegen frisch = 68080,1 Grm.,
welche aus = 28461,920 Grm. festen Theilen
und = 39618,188 Grm. Wasser bestehen.

Der ganze Kadaver (mit Blut) wog jedoch
= 69668,0 Grm.
woraus eine Differenz von
= 1587,9 Grm. sich ergiebt.

Diese besteht jedoch

1) aus dem Verlust bei der Präparation	= 624,9	Grm.
2) aus dem Magen und Darminhalte .	= 872,0	„
3) aus der Dura mater u. s. w. . .	= 91,0	„
	1587,9	Grm.

Berechnet man in folgender Weise für diese 1587,9 Grm. das Wasser, indem man annimmt, dass der Verlust bei der Präparation nur durch Verdunstung entstanden ist, der Magen- und Darminhalt aus der Hälfte Wasser und die harte Hirnhaut aus $^1/_3$ Wasser besteht, so erhält man

Für den Verlust	= 624,9	Grm.
Für den Darminhalt	= 436,0	„
Für die Dura mat. etc.	= 30,3	„
	1091,2	Grm. Wasser und = 496,7

feste Theile. Diese zu obigen Zahlen addirt,
giebt = 40709,388 Grm. Wasser
und = 28958,620 „ feste Theile
für den ganzen Körper.

Hieraus ergiebt sich, dass derselbe besteht
aus = 58,5 % Wasser
und = 41,5 % festen Theilen.

Die in der zweiten Tabelle getrockneten und in ihrem Wassergehalte bestimmten Organe eines Neugeborenen wiegen
= 2881,454 Grm.
Das Kind wog aber = 2969,0 „
was eine Differenz von = 87,546 Grm. ergiebt.

Diese bestehen aus

1) Magen- und Darminhalt	= 34,0	Grm.
2) dem Verlust	= 33,9	„
3) den Augen	= 6,0	„
4) Ohrmuscheln	= 7,25	„
5) Speicheldrüsen . . .	= 6,5	„
	87,65	Grm.

Berechnet man hier so das Wasser, dass man den Verlust wieder nur aus Wasser, das Uebrige aus $^3/_4$ Wasser bestehend annimmt, so erhält man . . . = 34,0 Grm.
= 40,24 „
70,64 Grm. Wasser und
= 17,0 Grm. feste Theile.

Dies zu obigen in der Tabelle angeführten Resultaten addirt, giebt = 1970,207 Grm. Wasser
und = 998,887 „ feste Theile für den ganzen Körper.

Dies ergiebt für denselben = 66,4 % Wasser
und = 33,6 % feste Theile.

Aus der Vergleichung beider Tabellen ergiebt sich, dass der Körper des Neugebornen im Ganzen und in allen seinen Theilen wasserreicher ist als der des Erwachsenen. Dies ist besonders ersichtlich aus den Muskeln, dem Gehirn und der Leber.

Zur Kenntniss des Baues gesunder und krankhaft veränderter Lymphdrüsen.

Von

Wilhelm Müller.

(Hierzu Taf. V u. VI.)

---

1. Zur normalen Anatomie der Lymphdrüsen.
2. Ueber einfache Lymphdrüsenhyperplasie.
3. Ueber Lipomatose der Leistendrüsen.
4. Ueber Bau und Entwicklung des Achseldrüsen- und Brustdrüsenkrebses.
5. Darstellungsweise und Erklärung der Zeichnungen.

---

1. Zur normalen Anatomie der Lymphdrüsen.

Die Lehre von dem Bau gesunder Lymphdrüsen ist durch die in den wesentlichen Punkten übereinstimmenden Beobachtungen von Frey*) und His**) dahin festgestellt worden, dass zwischen den balkenartigen Fortsätzen der Kapsel zwei Substanzen die Drüse zusammensetzen, eine von Blutgefässen durchzogene drüsige und eine von Blutgefässen freie, die Lymphbahn. Ueber den feineren Bau dieser Theile sind die genannten Beobachter zu theils übereinstimmenden, theils widersprechenden Resultaten gelangt. Die Punkte, in welchen dieselben theils unter sich, theils von den Angaben früherer Beobachter abweichen, sind: das Vorkommen glatter Muskeln in Hülle und Balken, die Beziehung der Alveolen-(Ampullen-) Gefässe zur Kapsel, die Begrenzung der Lymphröhren, endlich

---

*) Untersuchungen über die Lymphdrüsen. 1861.

**) Siebold u. Kölliker Zeitschrift. XI. pag. 61.

das sogenannte Zellennetz der Drüsensubstanz und der Lymphbahn. Es liegt die Aufgabe nahe, auf Grund weiterer Beobachtungen diese Differenzpunkte zu beseitigen, was ich wenigstens mit einem Theil derselben im Nachstehenden versuchen werde.

Sämmtliche Angaben beziehen sich auf normale Lymphdrüsen erwachsener Menschen. Die Untersuchungsmethoden, deren ich mich bediente, waren für die frischen Präparate die bekannten, allgemein üblichen. Die Drüsen, welche ich nach vorheriger Härtung untersuchte, waren alle mit blauer Leimmasse injicirt. Die Härtung geschah durch mehrtägiges Einlegen in eine verdünnte Lösung von reinem doppelt-chromsauren Kali und später in Weingeist. Die gehärteten Präparate untersuchte ich theils mit Glycerin, theils nach vorheriger Carminimbibition in Canadabalsam, theils in ausgepinseltem Zustande. Da die im Weiteren dargestellten pathologischen Drüsen in derselben Weise behandelt wurden, so liess sich der Befund mit dem der normalen ohne Weiteres vergleichen.

Das Vorkommen glatter Muskeln in Hülle und Balken der Lymphdrüsen, behauptet His in Uebereinstimmung mit Brücke und Heyfelder, auf Grund der Isolirbarkeit „äusserst charakteristischer Formen“ durch Salpetersäure, nämlich von 0.075 Mm. langen und 0.003 dicken Zellen mit bekanntem stäbchenförmigen Kern. Frey läugnet deren Vorkommen, weil „an den platten und blassen Bändern, welche in Ansehen und Breite für die Elemente der glatten Muskulatur hätten gehalten werden können, bei Behandlung mit Essigsäure, dem Reichert'schen Reagenz und bei der Carminfärbung nicht die bezeichnenden stäbchenförmigen Kerne, sondern eine mehr rundliche Nuklearformation zum Vorschein kam, wesshalb er das Ganze für junges, unreifes Bindegewebe nimmt.

Was das Thatsächliche dieser Angaben betrifft, so ist gerade mit Hülfe der Imbibitionsmethode die Richtigkeit der His'schen Angaben leicht zu constatiren. Sowohl zwischen die straffen Bindegewebszüge, welche die innersten Schichten der Kapsel bilden, als zwischen das Bindegewebe der Balken und Bälkchen finden sich spindelförmige Zellen mit stäbchenförmigen Kernen von 0.0098 Mm. Länge, 0.0028 Breite eingelagert, in der Kapsel hie und da dünne Züge bildend, welche von den glatten Muskeln naheliegender Gefässe der Form nach sich nicht unterscheiden. Gegen die Deutung aber, welche His dieser richtigen Beobachtung gibt, ist zu erinnern, dass dieselbe so lange nur als eine sehr wahrscheinliche betrachtet

werden muss, als wir keine hinreichend genaue Methode besitzen, einzelne glatte Muskeln von den sehr ähnlichen, namentlich in unreifem Bindegewebe vorkommenden Zellformen zu unterscheiden, welche ein Contractionsvermögen nicht besitzen. Weder die Stäbchenform des Kerns noch die platte Spindelform der Zelle sind den glatten Muskeln ausschliesslich eigen. Andrerseits sind die von Pflüger jüngst als charakteristisch bezeichneten Merkmale: exquisiter Glanz, homogene Beschaffenheit und eine deutlich grünliche Färbung, die ihren Grund in den optischen Eigenschaften des Muskels (welchen?) findet, nichts weniger als constant, denn alle drei fehlen bisweilen bei noch contractionsfähigen glatten Muskeln. Die Analogie spricht jedoch gleichfalls dafür, dass die fraglichen Gebilde in den Lymphdrüsen des Menschen als Muskeln zu deuten seien, nachdem durch Brücke und Heyfelder bei Thieren Contractionen auf elektrischen Reiz nachgewiesen sind.

Die Verzweigung der Kapsel- und Alveolengefässe geht nach Frey in der Art vor sich, dass die Gefässe vom Kapselgewebe aus in die Scheidewände des intrafollikulären Gewebes sich einsenken, wobei stärkere Balken des Umhüllungsraumes zum Eintritt in den Follikel selbst von den Blutgefässen verwendet werden. Die Hauptmasse seiner Gefässe erhält der Follikel von der Marksubstanz aus. His dagegen lässt alle Gefässe der Ampullen von der Marksubstanz aus in letztere übertreten, und konnte sich von dem Eintreten von Blutgefässen aus den Hüllen direct in die Ampullen, wie dies Kölliker schildert, nicht überzeugen, er vermuthet daher, dass eine Verwechslung im Spiele sei.

Die Differenz in den Angaben von Frey, His und Kölliker erklärt sich aus der verhältnissmässigen Seltenheit der Anastomosen zwischen den Kapsel- und Ampullengefässen. Fertigt man von gut injicirten menschlichen Achsel- oder Mesenterialdrüsen eine grössere Zahl von Schnitten und untersucht diese, so wird man an einer gewissen Zahl die Angaben von His bestätigt finden; ein directer Uebergang von den Gefässen der Hüllen zu denen der Ampullen ist nicht vorhanden. An andern Schnitten derselben Drüse lässt sich dagegen ein solcher Uebergang ohne Weiteres nachweisen, im Einklang mit den Beobachtungen von Frey und Kölliker, und zwar sind es hauptsächlich Capillaren, seltner kleine Venen, noch seltener kleine Arterienzweige, welche, wie Frey richtig angibt, durch Vermittlung stärkerer Balken des Umhüllungsraumes sowohl von der Kapsel als den Scheidewänden her in die Am-

pullen eintreten und mit den dortigen Gefässen anastomosiren. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass diesen Gefässverbindungen die gleiche Bedeutung zukommt wie jenen der Parenchym- und Kapselgefässe der Milz, Leber und Niere.

Beträchtlicher sind die Differenzen von Frey und His in der Beschreibung der Lymphröhren oder Markschläuche. Nach Frey besteht die Lymphröhre aus einer wasserhellen, höchstens zart längsstreifig erscheinenden, ziemlich feinen Membran. Vereinzelt nur sieht man an ihr längliche, schmale oder spindelförmige Kerne, die jedoch an vielen unserer Röhren ganz vermisst werden. Während an der Innenfläche der Wandung keinerlei Fortsätze gegen die Achse zu bemerkbar werden, treten dieselben äusserlich stets in einer gewissen Zahl ab, welche in Menge, Stärke und sonstiger Beschaffenheit sich wechselnd verhalten. Der Inhalt der Lymphröhre besteht regelmässig aus einer bald geringeren, bald grösseren Anzahl von Lymphzellen, die sich in Nichts von denen der Alveolen unterscheiden, und aus Gefässen. Diese dem Kaninchen entnommene Schilderung lässt Frey im Wesentlichen auch für den Menschen gelten, wie aus der Abbildung und der Schilderung der Lymphröhrenwand der pigmentirten Mesenterialdrüsen und der Drüsen des Neugebornen hervorgeht.

Im Widerspruch hiermit folgert His aus seinen Beobachtungen, dass die Begrenzungshaut der Drüsensubstanz, falls man von einer solchen sprechen will, allenthalben den netzförmig durchbrochenen Charakter beibehält. An den Drüsenschläuchen der Marksubstanz gelingt es oft, allen Inhalt herauszupinseln, und da sieht man deutlich, dass für sie keine andre Begrenzung vorhanden ist als durch Fasernetze. Die Form der einzelnen Maschen des Balkennetzes in den kanalförmig gestalteten Drüsenschläuchen der Marksubstanz ist eine meist langgezogene.

Man kann sich an Präparaten, welche nach vorheriger Injection der Imbibitionsmethode unterworfen sind, von der Richtigkeit der His'schen Angaben über den Bau der Lymphröhren leicht überzeugen. Letztere treten bei dieser Methode sofort durch eine gesättigt rothe Farbe scharf gegen die viel blasser imbibirte Lymphbahn hervor aus einem später zu erörterndem Grunde. Was zunächst das Balkensystem im Innern betrifft, so tritt dasselbe schon ohne Auspinselung, noch deutlicher allerdings an ausgepinselten Präparaten hervor und zeigt den von His angegebenen langgezogenen Charakter der Maschen.

Dasselbe ist entwickelter in den stärkeren, spärlicher in den schmaleren Lymphröhren, ohne jedoch irgendwo vollständig zu fehlen. Die Grenzschichte zeigt in der Regel an verschiedenen Stellen desselben Schnitts ein verschiedenes Verhalten, namentlich in den Mesenterialdrüsen. Man begegnet hier Lymphröhren, welche jeder deutlichen Begrenzung zu ermangeln scheinen, indem die Lymphkörper der Röhren unmittelbar an das Zellennetz der Lymphbahn anstossen. Dieser Mangel einer Begrenzung kann sich auf eine ganze Lymphröhre erstrecken; häufiger wird nur ein grösserer oder kleinerer Abschnitt derselben davon betroffen. Die Mehrzahl der Lymphröhren zeigt sich begrenzt von sehr dünnen, etwas welligen, glänzenden Fibrillen mit scharfem Contour, bald in sehr dünner, bald in etwas mächtigerer Lage, mit anliegenden längsgestellten spindelförmigen Kernen von 0.0014—0.003 Mm. Breite und 0.008 Länge, stellenweise mit kernhaltigen Verbreiterungen, von welchen dünne Fortsätze sowohl in das Innere der Lymphröhre als in die Lymphbahn ausstrahlen. Diese Grenzschicht ist in der Regel, wie His richtig behauptet, nicht continuirlich; dies beweist die Unterbrechung derselben an einzelnen Stellen sonst scharf begrenzter Lymphröhren, deutlicher das Verhalten ausgepinselter Präparate, welche, wenn auch mit beträchtlich engeren und gestreckteren Maschen, das His'sche Bild vollständig wiedergeben. Unter Umständen scheint jedoch diese peripherische Faserlage eine beträchtliche Verdichtung zu erfahren, so dass ihre Dicke bis 0.0056 Mm. messen kann; zwischen den Fibrillen treten dann zahlreiche spindelförmige Zellen auf mit länglichen Kernen von 0.002 Mm. Breite und 0.0084 Mm. Länge, ein Verhalten, welches mit dem von Frey einmal beobachteten übereinstimmt. Die Begrenzung der Lymphröhren kann dabei eine nahezu oder ganz continuirliche werden; sie wird aber auch hier immer von Fibrillen, nicht von einer homogenen Membran gebildet. Das Gefässsystem der Markschläuche in den Mesenterialdrüsen verhält sich von dem der Achsel- und Leistendrüsen in sofern etwas verschieden, als man hier in den schmaleren Lymphröhren häufig nur ein gestreckt verlaufendes centrales Capillargefäss antrifft; die stärkeren Lymphröhren dagegen zeigen ausser stärkeren centralen Stämmen ein zartes polygonales hauptsächlich an der Peripherie sich verzweigendes Maschennetz, das jedoch wenigstens an den drei Leichen, deren Mesenterialdrüsen ich im injicirten Zustande untersuchte, niemals die Dichtigkeit des entsprechenden Maschennetzes der Achseldrüsen darbietet.

Das Fasernetz der Drüsensubstanz zeigt nach His bei ausgewachsenen Geschöpfen vorzugsweise nur die Formen von Netzbalken, die kernlos und ohne Anschwellung an den Knotenpunkten sind. Die Dicke der einzelnen Fäden beträgt $^1/_2$ — 1 Tausendstel Linie, ihre Resistenzfähigkeit gegen Reagenzien ist nicht unbeträchtlich. Verkümmerte kernhaltige Zellkörper nahm His einigemal im Ampullargerüst der Mesenterialdrüsen wahr, so beim Rind und beim Schaf.

Nach Frey pflegen aus dem Körper des Erwachsenen entnommene Drüsen, die sich möglichst normal verhalten, in der Regel an den Knotenpunkten des intrafollikulären Netzes nur schwache Anschwellungen zu besitzen, an denen entweder nur geschrumpft und verkümmert ein Kern zu bemerken ist oder gänzlich vermisst wird, während die mittlere Maschenweite 0.005—0.008 Mm. beträgt. In Inguinal- und Bronchialdrüsen fanden sich an einzelnen verbreiterten Knotenpunkten ovale Kerne von 0.0028—0.0033 Mm. mit Kernkörperchen.

Gegen die Bedeutung der Kerne in den Knotenpunkten dieses Netzes hat sich bekanntlich Henle ausgesprochen, indem er zwar zugibt, dass ein Theil embryonalen Bindegewebekernen entsprechen könne, aber zugleich vermuthet, dass damit zufällig in dem Netz haften gebliebene, dem Auswaschen entgangene Körperchen conglobirter Substanz zusammengeworfen seien.

Untersucht man imbibirte Injectionspräparate von Lymphdrüsen, an welchen durch Essigsäure alle Intercellularsubstanz und der Zelleninhalt mit Ausnahme des Kerns des Farbstoffes beraubt ist, mit Hülfe der Pinselmethode, so kann man sich leicht von der Anwesenheit unzweifelhafter Kerne überzeugen, welche dem Fasernetz der Drüsensubstanz angehören. Die Fasern selbst zeigen glänzende, scharfe Contouren; die Kerne, welche theils den Fasern anliegen, theils in den Verbreiterungen sich finden, sind dreieckig oder elliptisch, 0.0028 Mm. breit, 0.004—0.007 Mm. lang, bald intensiv roth imbibirt, homogen und glänzend, bald blass imbibirt, und dann im Innern mehr oder weniger feinkörnig. Wiederholt begegnete ich in der Drüsensubstanz Stellen, wo diese Kerne in verbreiterten Stellen des Netzes lagen, welche ihre glänzende, homogene Beschaffenheit verloren hatten, und ein blasses, feinkörniges Ansehen darboten, ähnlich einer dünnen den Kern umhüllenden Protoplasmaschicht, welche allmälig und continuirlich in die gewöhnlichen Netze überging. Vor einer Verwechslung mit haften gebliebenen Lymphkörpern sichert die Gestalt und das Aussehen dieser Kerne, vor einer Verwechslung mit Quer-

schnitten aufsteigender Bindegewebsbündel ihre Imbibition. Ihre Zahl ist in den Netzen normaler Drüsen eine geringe, so dass in der That die kernlosen Balken überwiegen, sie unterliegt aber Schwankungen, welche, wie es scheint, nicht unbeträchtlich sind, wie dies der normale Theil der Achseldrüse beweist, welche ich in der vierten Mittheilung schildern werde, wo die Kerne des Drüsennetzes in grosser Zahl und regelmässigen Abständen den glänzenden Balkennetzen eingelagert sich finden.

Von diesem Fasernetz der Drüsensubstanz unterscheidet sich nun das der Lymphbahn sehr wesentlich. Nach His besteht das sparsame Gerüst, das dieselbe durchsetzt und das die Verbindung der Trabekeln mit der umhüllenden Schicht der Drüsensubstanz herstellt, in der Regel (obwohl nicht ausschliesslich) aus verzweigten Zellen. Frey fand in den Mesenterialdrüsen eines zwanzigjährigen Pneumonikers die von den Balken ausstrahlenden bindegewebigen Zellennetze fein, aber dicht, so dass sich Maschenräume von 0.005 — 0.0078 Mm. ergeben; die Zellkörper erschienen schmal, die Ausläufer selbst dünn wie Bindegewebsfibrillen. Bei einem 22jährigen Manne erschien das intracavernöse Zellennetz auffallend dicht. Die Zellenkörper waren fein, die Kerne meistens ganz undeutlich, die Ausläufer aber zahlreich und die Maschen 0.0057 —0.007 Mm. weit.

Die Untersuchung dieses Fasernetzes der Lymphbahn an normalen Mesenterial-, Achsel- und Leistendrüsen erwachsener Menschen hat mich zu Resultaten geführt, welche eine genauere Präcisirung der Angaben ven Frey und His zulassen. Die Lymphbahn hebt sich sowohl an injicirten als nichtinjicirten normalen Drüsen, welche man der Imbibitionsmethode unterworfen hat, sofort durch ihre blassere Färbung gegen die Drüsensubstanz ab. Da diese blasse Färbung sowohl an ausgepinselten als unausgepinselten Präparaten hervortritt, beide Substanzen der Drüse aber, die eigentlich drüsige und die Lymphbahn, genau derselben Methode unterworfen sind, da ferner kein Grund zu der Annahme vorhanden ist, dass die in der Lymphbahn befindlichen Lymphkörper sich anders verhalten als die in der Drüsensubstanz befindlichen, so kann dieses verschiedene Verhalten nur auf einer besonderen Beschaffenheit des dem Lymphraum eigenthümlichen Gewebs beruhen. Dieses Gewebe setzt sich mit zwei Substanzen zusammen, welche continuirlich in einander übergehen. Zunächst sieht man an normalen Mesenterialdrüsen von den Bälkchen im Centrum der Lymphbahn, wo solche vorhanden sind, unter verschiedenen Winkeln Faserzüge gegen die Be-

grenzung der Lymphröhren hin ausstrahlen. Ein Theil dieser Züge besteht aus schmalen, bandartigen Bindegewebsbündelchen mit leicht welligem Verlauf, scharf ausgeprägtem Contour und etwas glänzender Beschaffenheit; ihre Breite beträgt 0.0028—0.0056 Mm. Den Bündelchen liegen elliptische, gewöhnlich blass imbibirte und etwas feinkörnige Kerne von 0.004 Mm. Breite und 0.007 Länge an. Sie theilen sich hin und wieder und treten durch schmälere Ausläufer mit einander in Verbindung, ein lockeres Maschennetz von 0.014 Mm. Weite im Mittel herstellend. Zwischen und neben diesen Bändern zeigen sich glänzende, scharf contourirte, spindelförmige Zellen, 0.021 Mm. lang, 0.007 breit, mit bald dunkel imbibirtem, homogenen, glänzenden, bald blasseren, mit feinkörnigem Inhalt versehenen Kern von 0.0028—0.0056 Mm. Breite, 0.0098 Länge. Diese beiden Bestandtheile zeigen die Eigenschaften gewöhnlichen Bindegewebes; ihr gegenseitiges Verhältniss ist in sofern ein wechselndes, als man in derselben Drüse stellenweise die Bindegewebsbündelchen, stellenweise die Faserzellen überwiegen sieht. Im Anschluss an dieses Netz und im continuirlichen Zusammenhange mit demselben findet sich ein zweites, von viel blasserem Aussehen, ohne den Glanz und die scharf begrenzten Contouren, von einer undeutlich längsstreifigen, an vielen Stellen sehr feinkörnigen und fast homogenen Grundsubstanz gebildet, in welche blass imbibirte, mit feinkörnigem Inhalt versehene, theils rundliche, im Mittel 0.0056 Mm. im Durchmesser haltende, theils elliptische Kerne von 0.004 Mm. Breite, 0.007—0.0098 Länge eingebettet sind. Die Kerne besitzen häufig ein centrales, seltner zwei an den Polen stehende glänzende Kernkörperchen; sie stehen bald mehr einzeln, bald in Gruppen, welche einen Vermehrungsprocess vermuthen lassen. Bezüglich ihrer äusseren Form und Imbibitionsfähigkeit bieten sie alle möglichen Uebergänge zu Formen, welche von den unzweifelhaften, in die Netze der Drüsensubstanz eingebetteten Lymphkörpern nicht zu unterscheiden sind. Die Grundsubstanz, in welche sie eingebettet sind, bildet unregelmässige zarte, stellenweise stark verbreiterte Netze, welche mit den glänzenden, deutlich bindegewebigen Faserzügen continuirlich zusammenhängen und ohne scharfe Grenze in dieselben übergehen, indem die mehr homogene blasse Beschaffenheit ganz allmälig der glänzenden deutlich fibrillären der entwickelten Bindegewebebündel Platz macht. In den verschieden grossen Zwischenräumen dieses Netzes finden sich Lymphkörperchen, durch ihre runde Gestalt und dunkle Imbibition leicht kenntlich und von denen der Drüsensubstanz nicht zu unterscheiden; einzelne mit

einem feinkörnigen Niederschlag in dünner Schichte umhüllt. Siehe Figur 1.

Ganz ähnlich verhält sich die Lymphbahn in den Achseldrüsen. Von den 0.028 Mm. breiten, mit spindelförmigen Kernen durchsetzten Balken strahlen schmale Bindegewebebündelchen gegen die Lymphröhren aus von 0.003 Mm. Breite, 0.028 Länge, mit anliegenden Kernen von 0.0014 Mm. Breite, 0.007 Länge. Auch hier geht ein Theil dieser Bündelchen unter Verlust der glänzenden deutlich fibrillären Beschaffenheit und des scharfen Contours in ein unregelmässig durchbrochenes Netz einer blassen, sehr feinkörnigen Substanz über mit eingelagerten, blass imbibirten Kernen von vorwiegend elliptischer Gestalt: 0.004—0.0056 Mm. Breite, 0.008—0.01 Länge. In einzelnen Stellen dieses Netzes finden sich unmittelbar aneinanderliegende und wie durch eine Scheidewand getrennte Kerne, hie und da begegnet man rundlichen Kernformen, von der Grösse und Gestalt der Lymphkörper, aber sehr blass imbibirt, die in Gruppen zu zwei und drei, von jener Grundsubstanz umschlossen, zusammenliegen. Die geringe Imbibitionsfähigkeit, welche die überwiegende Mehrzahl dieser elliptischen Kerne besitzt, bedingt die auf den ersten Blick in die Augen fallende blasse Färbung der ganzen Lymphbahn, gegenüber der gesättigten der Drüsensubstanz; die Gestalt der Kerne, ihre fein granulirte Beschaffenheit, das blasse, zarte Gefüge der Grundsubstanz verleiht diesem Netz im Gegensatz zu dem Vorigen den Charakter des Unreifen, Embryonalen. Durch Auspinseln lässt sich das Netz von den in den Lücken befindlichen Lymphkörpern befreien; setzt man dasselbe jedoch zu lange fort oder benutzt man nicht gehörig gehärtete Drüsen, so zerstört man alle die feineren Bälkchen und behält nur jenen fertigen deutlich bindegewebigen Theil und die scharf contourirten spindelförmigen Faserzellen übrig. Gegen den Verdacht, dass nur geronnenes Drüsenparenchym mit eingeschlossenen Lymphkörpern hier vorläge, sichert die Form der Kerne, ihre geringe Imbibition, der allmälige continuirliche Uebergang der Grundsubstanz in den fertigen deutlichen bindegewebigen Theil des Netzes der Lymphbahn. Es gibt ausserdem eine einfache Methode, diesen Verdacht zu beseitigen. Durch die übereinstimmenden Beobachtungen von Virchow und Teichmann steht fest, dass die Lymphe in den Lymphgefässen noch lange nach dem Tode flüssig ist. Andrerseits ist die Annahme erlaubt, dass die Bildung der Lymphkörper in den Drüsen vor dem Eintritt des Todes keine erhebliche Zeit aufhört. Wäscht man nun die Lymphdrüsen vom Vas afferens aus unter gerin-

gem Druck eine Zeit lang durch einen Wasserstrom aus, so wird man die fertigen disponiblen Lymphkörper aus der Lymphbahn entfernen und die Entstehung eines störenden Lymphgerinnsels nicht zu fürchten haben. Ich habe dies an einigen Drüsen des Mesenteriums versucht und dieselben nachher nach derselben Methode gehärtet, ohne einer erheblichen Differenz von den früher untersuchten zu begegnen; es fanden sich vielmehr auch hier die besprochenen blassen elliptischen Kerne in der Lymphbahn reichlich vor. Ich halte mich auf Grund dieser Beobachtungen für berechtigt zu der Annahme, dass die sonst vollkommen richtigen Angaben von Billroth, Frey und His über das Fasernetz der Lymphbahn dahin zu erweitern seien, dass dieses Netz aus zwei verschiedenen aber continuirlich in einander übergehenden Bestandtheilen sich zusammensetzt, einem fertigen, in Form dünner Bindegewebebälkchen und spindelförmiger Zellen auftretenden spärlichen, aber beim Erwachsenen stets nachweisbaren, und einem embryonalen, bestehend aus einer zarten, feinkörnigen, in reichlichen Netzen auftretenden Grundsubstanz (Protoplasma) und eingehüllten elliptischen Kernen, von welchen Uebergänge zu fertigen Lymphkörpern sich nachweisen lassen. Zwischen den zahlreichen unregelmässigen Oeffnungen dieses Netzes führt der Lymphstrom seine Flüssigkeit hindurch, ähnlich, wie Brücke *) treffend bemerkt, wie durch die Löcher eines Schwammes.

Die zarte, embryonale Beschaffenheit dieses in der Lymphbahn befindlichen Netzes erklärt sehr einfach das Eindringen von Chylusfett in die weiche, um die Kerne herumliegende Grundsubstanz, wie es Frey wiederholt beobachtete. Dagegen dürfte die Annahme dieses Beobachters, dass eine Entstehung der Lymphzellen von den intrafollikulären und intracavernösen Bindegewebskörperchen, etwa in dem Wege der Knospung, ebenso eine endogene Entstehung der Zellen, als normale Vorkommnisse entschieden in Abrede zu stellen seien, schwerlich in dieser Entschiedenheit sich aufrecht erhalten lassen. Vergleicht man das zarte in der Lymphbahn gelegene Netz mit seinen blassen elliptischen Kernen mit den in der Entwicklung begriffenen Geweben von Embryonen, welche man der gleichen Untersuchungsmethode unterworfen hat, so wird man in keiner Hinsicht auf einen erheblichen Unterschied stossen. Noch auffallender wird die Analogie, wenn man das Gewebe vergleicht mit der Beschaffenheit junger acut entstehender Bindesubstanzvegetationen, wie man sie auf serösen Häuten im Anschluss

*) Denkschriften der k. k. Acad. zu Wien. VI. pag. 99 ff.

an acute Neubildungsprocesse der unterliegenden Parenchyme häufig genug wahrnimmt oder mit den Umwandlungen der Gewebe im Umkreis fortschreitender Eiterheerde. Die Beschaffenheit des Gewebes, die vielfachen Uebergänge der eingelagerten Kerne zu wirklichen Lymphkörpern, auf welche schon Brücke mit Recht aufmerksam gemacht hat, endlich die Analogie mit den Geweben des Embryo und mit der Beschaffenheit von Geweben, welche in lebhaften pathologischen Neubildungsprocessen begriffen sind, geben der Vermuthung Raum, dass dieses Gewebe nicht als ein stationärer, sondern vielmehr als ein in stetiger Entwicklung begriffener Theil der Lymphdrüsen aufzufassen sei, eine Vermuthung, zu welcher bekanntlich schon Goodsir und Brücke durch ihre Untersuchungen der betreffenden Organe hingeführt worden sind. Ist diese Auffassung richtig, so gewinnt die Gefässlosigkeit der Lymphbahnen eine neue Bedeutung und ebenso die beständige Zufuhr neuen Ernährungsmaterials durch die dichten peripherischen Gefässnetze der Lymphröhren; durch den ersteren Umstand erhalten wir eine neue Analogie zwischen der Bildung der Lymphkörper und der Bildung der Eiterkörper auf Kosten gefässhaltiger Parenchyme, bei welcher bekanntlich die vorhandenen Gefässe in früher Zeit schwinden. Welche hervorragende Betheiligung endlich dem in Rede stehenden Gewebe der Lymphbahn an verschiedenen pathologischen Neubildungsprocessen der Lymphdrüsen zukommt, wird aus den folgenden Mittheilungen ohne Weiteres erhellen.

2. Ueber einfache Lymphdrüsenhyperplasie.

Durch die wichtigen Entdeckungen Virchow's ist die ursächliche Beziehung gewisser Lymphdrüsenvergrösserungen zur Leucaemie festgestellt. Virchow selbst fasst schon in seinen frühesten Mittheilungen über diese Krankheit den in den Lymphdrüsen stattfindenden Process als eine einfache Hyperplasie auf, und gründet diese Auffassung auf das vom Normalen nicht verschiedene Aussehen und mikroskopische Verhalten dieser Drüsen. Weitere Angaben über den Bau solcher hyperplastischer Lymphdrüsen finden sich in den aus Virchow's Schule hervorgegangenen Dissertationen von Loeper und Eckard.

Nach Loeper *) unterscheidet sich die leukämische von andern Formen der markigen Degeneration vorzüglich dadurch,

*) Beiträge zur pathol. Anat. der Lymphdrüsen. Dissert. Würzbg. 1856.

dass, wie er sich an Spirituspräparaten eines von Virchow beschriebenen Falls deutlich überzeugen konnte, alle Drüsenbestandtheile, Zellenparenchym, Stroma und Gefässe an dem hyperplastischen Processe Antheil nehmen. In dem erwähnten Virchow'schen Fall zeigten die Leistendrüsen durch die Hypertrophie des in das Innere eindringenden Bindegewebes ein entschieden nierenartiges Ansehen. Die Vermehrung der farblosen Zellen im kreisenden Blut ist keine dem leukämischen Krankheitsprocess eigenthümliche Erscheinung; sie findet sich auch, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, bei Tuberkulose und Typhus. Die auffallende Abundanz, mit welcher sich im leukämischen Blut die farblosen Elemente vorfinden, erklärt sich aus der grossen Zahl der ergriffenen Drüsen, dem langen Bestehen der hypertrophischen Bildung, sowie aus der Theilnahme der ausführenden Gefässe an der allgemeinen Vergrösserung. Eine unverhältnissmässige, der Hypertrophie der übrigen Bestandtheile nicht proportionale Erweiterung der Gefässe findet jedoch nicht statt.

Eckard *) fand in leukämischen Drüsen eine beträchtliche Zunahme der Lymphkörperchen, ohne Vergrösserung, vielmehr etwas verkleinert, nach deren Auspinselung eine entsprechende Vermehrung der Blutgefässcapillaren und der serösen Gefässe sichtbar wurde. Der Reichthum an Capillaren und die Entwicklung des feinen Netzes war so bedeutend, wie er sie in keinem andern Fall beobachtete, wo die Drüsenschwellung durch andre Processe bedingt war. Ferner fand er häufig Hyperplasien mit vorwiegender Betheiligung eines Gewebes, namentlich mit reichlicher Neubildung von Bindegewebe.

Mit diesen Angaben stehen die Beobachtungen nicht im Einklang, welche Billroth über die hypertrophischen Lymphdrüsen gebracht hat. In seinen ersten Mittheilungen **) bezweifelt zunächst Billroth die Richtigkeit der Ansicht, dass Lymphdrüsenhypertrophie Leucämie bedinge. Die Follikel oder Drüsenbläschen sollen in den meisten Fällen sich nicht markiren, weder an frischen noch in Chromsäure gehärteten Präparaten. In den grösseren Drüsen soll eine Umbildung der innern Kapsellagen und aller Sepimente der Alveolen zu Drüsengewebe stattfinden, wodurch das ganze Gewebe der hypertrophischen Drüse gleichartig werden muss. Auch in der Marksubstanz sollen die enthaltenen Lymphstränge eine ähn-

*) De glandularum lymphat. structura. Berlin 1858.

**) Beiträge zur pathol. Histologie. Berlin 1858. p. 165.

liche Metamorphose erleiden. Ausser dieser einfachen Massenzunahme der Drüsen kommt in grösseren Geschwülsten der Art eine völlige Veränderung der Structur zu Stande, indem ein deutlich alveoläres grossmaschiges Stroma zur Ausbildung gelangt, wie in Carcinomen.

In seiner neuesten Mittheilung *) über denselben Gegenstand präcisirt Billroth seine früheren Angaben sowie seine Zweifel über den Zusammenhang der Lymphdrüsenhypertrophie mit der sogenannten lymphatischen Leucaemie genauer. „Es fällt zunächst auf, dass an diesen Lymphdrüsen die Unterscheidung von Lymphsinus und Drüsensubstanz oft schon bald nach ihrer beginnenden Degeneration nicht mehr möglich ist, und es ist ferner charakteristisch, wie ich schon früher angab, dass die Trabekeln durch Infiltration mit jungen Zellen ebenfalls ihr fasriges Ansehen und ihre Starrheit verlieren, und so entsteht dann eine völlige Gleichmässigkeit des Gewebes, in welchem weder Marksubstanz von Cortikalampullen, noch Sinus und Drüsengewebe von einander zu unterscheiden ist. Am längsten hält das Stroma des Hilus Stand, doch auch dies verschwindet endlich, und man unterscheidet dann an der durchschnittenen Drüse weder mit freiem Auge, noch in den mikroskopischen Präparaten irgend etwas von den verschiedenen Theilen derselben. — Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass mit dieser Veränderung der Structur jede Function der Drüse aufhört, zumal eine vermehrte Ausfuhr von Lymphkörperchen aus diesen Drüsen nicht Statt haben kann. Ich habe in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Frey eine solche hypertrophische Halsdrüse von Kastaniengrösse an einer Leiche genau präparirt: die aus- und einführenden Lymphgefässe waren so fein, dass sie kaum aufzufinden waren. Dennoch gelang es Herrn Prof. Frey in ein Vas afferens, welches sich durch die kleinen Varikositäten deutlich als Lymphgefäss zu erkennen gab, eine feine Canüle einzubringen; es war jedoch unmöglich Injectionsmasse in die Drüse einzutreiben. Dieser eine negative Versuch ist natürlich noch nicht beweisend, doch mahnt er sehr zur Vorsicht in der Beurtheilung der sogen. lymphatischen Leukämie, bei der es im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass die hypertrophischen Lymphdrüsen einen directen Einfluss auf die Entstehung der Blutkrankheit haben.“

Der nachstehende Fall einfacher Lymphdrüsenhyperplasie, welcher im Winter $18\frac{6}{6}\frac{1}{2}$ auf der hiesigen chirurgischen Klinik

*) Neue Beobacht. über die feinere Structur path. veränd. Lymphdrüsen. Virchow Archiv. XXI. p. 423.

zur Beobachtung kam, erscheint geeignet, die Unhaltbarkeit der Billroth'schen Angaben nachzuweisen und die Frage über die Durchgängigkeit der Lymphbahn einfach hyperplastischer Drüsen definitiv zu erledigen.

Der Kranke, ein 24jähriger Bauer aus Fleckeby in Holstein, Johann Schnack, stellte sich den 19. November 1861 in der chirurgischen Klinik vor wegen einer kindskopfgrossen, verschiebbaren Geschwulst in der rechten Achselhöhle, die sich sieben Wochen vorher im Umfang eines Taubenei's entwickelt hatte und vollkommen schmerzlos und langsam gewachsen war. Ein ursächliches Moment war nicht nachzuweisen. Bis zum 30. December nahm die Geschwulst beträchtlich an Umfang zu, während der Kranke etwas abmagerte. Die nachweisbare Zusammensetzung der Geschwulst aus einzelnen Knollen, ihre elastische Resistenz, ihr Sitz führten zur Diagnose eines sogenannten Lymphdrüsensarkoms. Die Exstirpation wurde den 30. December vorgenommen; die vergrösserten Drüsen reichten bis unter den Musc. pectoralis und bis unter die Clavicula. Den 11. Januar stellten sich bei dem Kranken die Erscheinungen der Pyämie ein, welcher er am 29. Morgens erlag.

Die an demselben Tage vorgenommene Section ergab mässige Abmagerung, einen grossen jauchenden Abscess in der rechten Achselhöhle, bis unter die Clavicula sich erstreckend, eitrige Phlebitis der oberflächlichen und tiefen Armvenen; die Axillarvene an der Unterbindungsstelle mit einem festen 4 Ctm. langen Thrombus versehen. Zahlreiche kleine Abscesse im Mediast. anticum. Peripherische lobuläre Eiterheerde im untern Lappen der rechten Lunge. Eine auf das Doppelte vergrösserte, mit zahlreichen kleinen Abscessen durchsetzte Milz. Das linke Hüftgelenk mit jauchigem Eiter gefüllt. Zahlreiche markig geschwellte Lymphdrüsen an beiden Seiten des Halses und unter der linken Clavicula. Die übrigen Lymphdrüsen des Körpers ohne bemerkenswerthe Veränderung, eine auffallende Vermehrung der farblosen Blutzellen im Herzblut nicht nachweisbar.

Die Geschwulst, welche mir von Prof. Esmarch sofort nach der Exstirpation überlassen wurde, bestand aus zahlreichen theils festen, theils lockeren, mit einander verbundenen Lymphdrüsen vom Umfang einer kleinen Bohne bis zu dem eines ziemlich grossen Apfels. Einzelne der Drüsen waren fest verwachsen und zu einem continuirlichen Ganzen verschmolzen; die Mehrzahl frei und nur von lockerem fettarmen Bindegewebe umhüllt. Die Gestalt war bei der Mehrzahl eine bohnenförmige oder dieser sich annähernd; die Consistenz eine

mässig feste; in die grösseren Paquete senkten sich starke Arterien- und Venenzweige ein. Ausserdem verliefen zwischen den einzelnen Drüsen knotige Gefässe etwa vom Umfange einer dicken Stecknadel, welche wegen ihres farblosen durchsichtigen Inhaltes schon bei der Operation aufgefallen waren. Die Schnittfläche zeigte eine derbe verdickte Kapsel und eine gelblichgraue homogene mattglänzende Beschaffenheit. An der Luft wird die Färbung allmälig eine mehr röthliche. Beim Darüberstreifen entleert sich ein trüber grauweisser Saft in reichlicher Menge, welcher aus zahlreichen normalen Lymphkörpern mit einer flüssigen durch Essigsäurezusatz etwas sich trübenden Intercellularsubstanz besteht. An feinen mit Blutserum untersuchten Schnitten der frischen Drüsen kommen ausser zahllosen Lymphkörpern noch blassere mehr elliptische Kernformen zum Vorschein; ausserdem einzelne Bindegewebebündelchen, Capillargefässe und Blutkörper. Ueber das Lagerungsverhältniss dieser Theile gestattet die Weichheit des Gewebes keinen Aufschluss durch hinreichend ausgedehnte Schnitte. Ein Theil der Drüsen wird daher mit blauer Masse von einem grösseren Arterienzweig aus injicirt, ein kleineres Paquet von einem der Lymphgefässe aus. Die ganze Masse wurde hierauf in verdünntem chromsauren Kali und Weingeist gehärtet.

Durchschnitte durch diese Drüsen ergaben schon bei schwächerer Vergrösserung einen dem normalen entsprechenden Bau (vrgl. Fig. 2). Schon mit freiem Auge lässt sich an den grösseren wie an den kleineren eine stark injicirte tiefblaue, in zarten Netzen auftretende und eine blassere in Form runder, theils isolirt, theils in Gruppen stehender Körner auftretende Substanz unterscheiden. Die Körner, vom Umfang eines Mohnsamens bis zu dem eines starken Stecknadelkopfs wechselnd, liegen theils an der Peripherie unmittelbar unter der Kapsel, theils im Innern, von der Kapsel durch eine mehr oder weniger mächtige Schicht des stark injicirten netzförmigen Gewebes getrennt. Fast in allen Drüsen lassen sich beide Substanzen nachweisen mit dem Unterschied, dass bald das stark injicirte, streifige, bald mehr das blasse, in Form rundlicher Körner auftretende Gewebe überwiegt. Nur in zwei der grössten Drüsen finden sich zwischen diesen Substanzen unregelmässig begrenzte Heerde vom Umfang einer Erbse eingesprengt von trüber, gelblicher Färbung, an der Peripherie von einem schmalen Extravasathof umgeben.

Die Untersuchung mit schwacher Vergrösserung (vrgl. Fig. 3) ergibt sofort, dass jene blasseren Körner von Alveolen oder Ampullen mit ihren spärlicheren Gefässen gebildet werden,

während die stark injicirte streifige Substanz aus Lymphröhren sich zusammensetzt, welche an Imbibitionspräparaten sofort durch ihre gesättigt rothe Farbe gegen die angrenzenden bald breiteren, bald schmaleren blass imbibirten Lymphbahnen sich abheben. Das Ganze wird umhüllt von der verdickten Kapsel, von welcher aus verdickte Scheidewände in das Innere der Drüsen sich einsenken. Die nähere Untersuchung der einzelnen Bestandtheile einer hühnereigrossen Drüse, welche ich zur Vereinfachung der Beschreibung zu Grunde lege, und auf welche die Abbildungen 2 – 5 sich beziehen, ergibt folgendes Resultat.

Die Kapsel zeigt an den dünneren Stellen eine Dicke von 0.07—0.09, an den dickeren eine solche von 0.3—0.45 Mm. Sie besteht aus straffem Bindegewebe, mit überwiegend parallelem Verlauf der Bündel und sehr zahlreichen zwischen den Fibrillen liegenden rundlichen und elliptischen Kernen von 0.004 Mm. Breite, 0.007 Länge. Die Gefässe der Kapsel sind theils stärkere Arterien- und Venenzweige, welche die Kapsel zum Theil nur durchsetzen, um sich mit den Scheidewänden in die Drüsensubstanz einzusenken, theils Capillaren von 0.004—0.007 Mm., welche ein ziemlich weitmaschiges gestrecktes, der Oberfläche parallel verlaufendes Netz bilden. Ausserdem finden sich in der Kapsel hie und da Anhäufungen runder dicht gedrängt liegender Kerne von dem Aussehen gewöhnlicher Lymphkörper, theils in Form 0.01—0.021 Mm. breiter Züge zwischen den Bindegewebebündeln der Kapsel verlaufend, theils als Umhüllungsschicht einzelner Capillaren oder dünner Venenzweige.

Die von der Kapsel entspringenden Scheidewände, welche in das Drüsenparenchym sich einsenken, sind bald schmal, 0.04—0.1 Mm. breit, bald mächtiger entwickelt und bis zu 0.38 messend. Sie bestehen gleichfalls aus dichten Bindegewebefibrillen, zwischen welchen jedoch viel zahlreichere Kerne angehäuft sind als in der Kapsel, so dass diese Scheidewände bei der Imbibition eine lebhaft rothe Farbe annehmen. Sie führen einzelne grössere Gefässstämme, welche in das Innere der Drüse eintreten, und ausserdem namentlich an den stärker verdickten Stellen ein bald spärliches, bald sehr reiches Netz zarter, stark geschlängelter Capillaren von 0.003—0.007 Mm. Breite und dem gewöhnlichen Bau, welche ein langgestrecktes den Bindegewebezügen parallel laufendes Netz bilden. Nach Innen zu spalten sich die Scheidewände, in die dünnern der Lymphbahnen übergehend.

Der der Kapsel und den grösseren Scheidewänden unmittelbar anliegende Theil der Lymphbahn bietet an verschiedenen

Stellen der Drüse ein verschiedenes Aussehen. Stellenweise bietet er das Aussehen der normalen Umhüllungsräume; die Breite beträgt 0.03—0.056 Mm.; er wird durchsetzt von senkrecht und schief gegen das unterliegende Drüsengewebe verlaufenden, hie und da sich spaltenden und in Form eines lockeren Netzes anastomosirenden Bindegewebsbälkchen von theils deutlich fibrillärer, theils mehr homogener, undeutlich längsstreifiger u. feinkörniger Beschaffenheit, 0.003—0.0098 Mm. breit, mit zahlreichen elliptischen, theils mehr homogenen, glänzenden, dunkel imbibirten, theils mehr blassen, körnigen, mit 1—2 glänzenden Kernkörperchen versehenen Kernen von 0.002—0.004 Mm. Breite, 0.007—0.009 Länge, mit zwischenliegenden langgezogenen kernhaltigen Faserzellen bis zu 0.05 Mm. Länge. Diese Bälkchen bilden ein ziemlich geräumiges Netzwerk von 0.02 Mm. mittlerer Maschenweite, in dessen Interstitien runde Lymphkörper von 0.005 Mm. Durchmesser im Mittel und einzelne Zellen mit blassem Contour und Kern von 0.004 Mm. gelagert sind. Die Bälkchen des Umhüllungsraums setzen sich theils an die dünne Umhüllung der angrenzenden Drüsensubstanz, wo eine solche vorhanden ist, theils an oberflächlich in letzterer verlaufende, mit einer zelligen Adventitia versehene Capillaren an; hie und da gehen sie ohne scharfe Grenze in das zarte Balkennetz der Drüsensubstanz direct über. An andern Stellen zeigen sich die Umhüllungsräume beträchtlich erweitert, bis zu 0.126 Mm. messend. Sie werden hier von viel breiteren, stärkeren Bälkchen eines vorwiegend fibrillären Bindegewebes mit blassen elliptischen Kernen durchsetzt, deren Breite bis 0.02 Mm. anwächst. Die breiteren Bälkchen führen hier Capillaren, welche eine Communication zwischen den Gefässen der Kapsel und denen der Drüsensubstanz herstellen. Im Gegensatz hiezu ist an einigen der grössten Drüsen der Umhüllungsraum stellenweise gänzlich geschwunden; doch ist dieser Schwund immer örtlich beschränkt, über keine der Drüsen dem ganzen Umfange nach verbreitet. Die Drüsensubstanz reicht in diesem Falle bis unmittelbar an die Kapsel, deren starres Bindegewebe an den Berührungsstellen reichlicher mit Kernen infiltrirt erscheint, die gestreckten Capillarnetze der Kapsel anastomosiren reichlich mit den mehr polygonalen der Drüsensubstanz, so dass stellenweise ein allmäliger Uebergang beider Gewebe in einander hergestellt ist.

Die Umhüllungsräume führen in den tiefern Lagen der Drüsen, dem normalen Verhalten entsprechend, in die zugehörigen, zwischen der Drüsensubstanz liegenden Lymphbahnen. Die Weite der letzteren ist eine beträchtlich wechselnde, von

0.02—0.1 Mm. in derselben Drüse schwankende. Sie heben sich durch eine auffallend blasse Färbung und Gefässlosigkeit auf den ersten Blick gegen die dunkelrothe gefässreiche Drüsensubstanz ab. Ein Theil enthält in seiner Mitte starre, gestreckte Balken von 0.01—0.04 Mm. Breite. Diese Balken setzen sich zusammen aus fibrillärem Bindegewebe mit elliptischen, zwischen den Fibrillen liegenden Kernen mit Kernkörperchen von 0.003 Mm. Breite, 0.007 Mm. Länge, daneben finden sich sehr zahlreiche blasse und platte spindelförmige Zellen eingestreut mit stäbchenförmigem Kern von 0.0014 Mm. Breite, 0.014 Mm. Länge im Mittel, von glatten Muskeln den optischen Eigenschaften nach nicht zu unterscheiden; endlich finden sich in den peripherischen Lagen dieser Bälkchen in einer blassen, körnig-streifigen Grundsubstanz blasse, feinkörnige, breit elliptische Kerne von 0.004 Mm. Breite, 0,009 Mm. Länge. Einzelne der stärkeren Balken tragen in ihrer Mitte Gefässe von gestrecktem Verlauf. Das gegenseitige Verhältniss dieser Bestandtheile ändert sich mit der Dicke der Balkenzüge insofern, als an den stärksten das fibrilläre Bindegewebe und die eingestreuten Faserzellen, an den feinsten die mehr homogene kernhaltige blasse Bindesubstanz vorwiegt.

Von diesen Balken strahlen an sehr spärlichen Stellen dünne mit elliptischen blassen Kernen besetzte Bindegewebsbündelchen und einzelne mit scharfem Randcontour versehene kernhaltige Faserzellen gegen die benachbarte Drüsensubstanz aus. Die Hauptmasse des die Lymphbahnen erfüllenden Gewebes bildet eine sehr blasse, theils homogene, theils körnig streifige Grundsubstanz mit reichlichen Kernen. Die Grundsubstanz erscheint entweder in mächtigeren, breiten Lagen, oder in Form eines schmalen und zarten Netzes, wie sich aus der Abbildung Fig. 4 u. 5 ohne Weiteres ergibt. Die reichlich eingelagerten Kerne sind auffallend blass, der Mehrzahl nach imbibirt, breit elliptisch, seltener rundlich, von einem sehr zarten Contour begrenzt, im Innern mit einer Anzahl sehr feiner dunkler Körnchen und einem glänzenden, centralen, oder zwei an den Polen stehenden Kernkörperchen versehen, welche in einzelnen Kernen eine Grösse von 0.002 Mm. erreichen und durch eine gesättigt rothe Imbibition auffallen. Die Breite dieser Kerne beträgt im Mittel 0.004—0.005 Mm., ihre Länge 0.008—0.01 Mm. Die überwiegende Mehrzahl liegt frei in der Grundsubstanz, einzelne zeigen centrale Scheidewände, welche auf einen Theilungsprocess hinweisen, einzelne mehr der rundlichen Form sich annähernde und dunkler imbibirte sind allein oder in dicht aneinanderliegenden Gruppen von zwei oder drei mit

einem Durchmesser von 0.004 Mm. von einer Hülle umgeben, welche von der übrigen Grundsubstanz zwar deutlich geschieden ist, sonst aber in ihrem Verhalten mit derselben übereinstimmt. Hie und da verdichtet sich die Grundsubstanz zu schmalen, zarten Längszügen, unter Verlängerung und mehr regelmässiger Lagerung der enthaltenen Kerne, dünne Verbindungsbrücken zwischen benachbarten Lymphröhren herstellend, in welchen an einzelnen Stellen sehr dünne, gestreckte Capillaren enthalten sind. Die Breite dieser zarten Verbindungszüge wechselt von 0.005—0.02 Mm.; die enthaltenen Capillaren sind schmal, im Mittel 0.004 Mm. breit, fast allenthalben von zarter Wandung mit blassen feinkörnigen Längskernen: mit den Capillaren der anliegenden Lymphröhren in continuirlichem Zusammenhang. Einzelne gleichen vollkommen embryonalen Gefässanlagen; an einem der Präparate erstreckt sich durch die Lymphbahn ein 0.008 Mm. breiter Seitenzweig einer 0.012 Mm. messenden Lymphröhrencapillare, welcher am Ursprung von mehreren spindelförmigen Kernen eingefasst wird, von glänzendem, homogenen, lebhaft rothen Aussehen. Gegen die Mitte der Lymphbahn verliert die Wandung ihre homogene, glänzende Beschaffenheit, um einer mehr blassen feinkörnigen Platz zu machen, mit eingelagerten elliptischen, sehr blass imbibirten randständigen Kernen von 0.003 Mm. Breite, 0.008 Mm. Länge. Zwischen diesen Kernen geht der nur 0.0016 Mm. breite, scharf begrenzte Injectionsstreif hindurch, um jenseits allmälig von einer mehr glänzenden deutlichen Capillarmembran umhüllt zu werden, mit welcher er in eine 0.004 Mm. messende Capillare der gegenüberliegenden Lymphröhre einmündet. Ein ähnliches Verhalten dieser Capillaren ergibt sich noch an anderen Stellen der untersuchten Drüsen in der Lymphbahn.

Die eigentliche Drüsensubstanz setzt sich zusammen, wie schon im Eingang erwähnt, aus einem dichten Netz gefässreicher Lymphröhren und aus den mit letzteren continuirlich zusammenhängenden Alveolen oder Ampullen. Die Form der letzteren ist fast überall eine runde oder doch der rundlichen sich annähernde; ihre Grösse bewegt sich in den beträchtlichen Schwankungen von 0.08 — 1.5 Mm. Die kleineren erscheinen als rundliche Auftreibungen mehrerer zusammenmündender Lymphröhren, wie dies Fig. 3 darstellt; in die grösseren münden Lymphröhren in reichlicher Zahl ein. Eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Ampullen in Form einer continuirlichen Membran existirt nirgends; stellenweise zeigt sich der Rand eingenommen von glänzenden, etwas welligen Fibrillen mit kernhaltigen Verbreiterungen, an welche die Bälkchen der

Umhüllungsräume sich ansetzen, an anderen Stellen bilden bogenförmige Capillaren mit ziemlich entwickelter zelliger Adventitia die äussere Begrenzung; zwischen diesen lassen sich aber an jeder Ampulle zahlreiche Stellen auffinden, wo jede deutliche Begrenzung mangelt und die Bälkchen der Umhüllungsräume direct mit dem Fasernetz der Drüsensubstanz in Verbindung treten. Die Ampullen selbst setzen sich zusammen, soweit die Untersuchungsmethode die Bestandtheile erkennen lässt, aus Gefässen, dem Fasernetz und in den Maschen des letzteren liegenden Lymphkörpern. Das Gefässsystem verhält sich nicht allenthalben gleich. Die zum grössten Theil von der Marksubstanz aus, zum kleineren von den Scheidewänden aus in die Ampullen eintretenden Arterien lösen sich in den kleinern und mittelgrossen Ampullen in ein sehr dichtes Netz zarter, 0.005 — 0.007 Millim. messender Capillaren von gewöhnlichem Bau auf, mit dreieckigem oder unregelmässig viereckigem Charakter der Maschen und 0.03—0.05 Mm. mittlerer Maschenweite. In den grossen Ampullen ist dagegen das Capillarnetz hin und wieder ein viel spärlicheres, der Charakter der Maschen gleichfalls zwar ein dreieckiger oder polygonaler, die Capillaren selbst aber stark erweitert, 0.014 Mm. im Mittel im Durchmesser haltend. Die Venen verlaufen theils direct durch die Kapsel, zum grössern Theil durch die Marksubstanz gegen den Hilus.

Auch das von den Capillaren entspringende Fasernetz zeigt eine wechselnde Beschaffenheit. Stellenweise, oft durch ganze Ampullen hindurch, verhält es sich dem normalen ziemlich ähnlich und besteht aus glänzenden anastomosirenden Fäden, welche jedoch häufiger als im Normalzustand membranartige Verbreiterungen zeigen, in welchen blass imbibirte, von einem zarten Contour eingefasste, mit körnigem Inhalt versehene Kerne von 0.004 Mm. Breite, 0.008 Länge liegen. Die mittlere Maschenweite dieses Netzes beträgt 0.008—0.01 Mm. An anderen Stellen hat das Netz den glänzenden fadigen Charakter verloren; es zeigt sich nichts als eine körnigstreifige, blasse, mit elliptischen blassen zartwandigen Kernen versehene Substanz, in deren Lücken die rundlichen, durch ihre lebhaft rothe Färbung sofort kenntlichen Lymphkörper liegen.

Die letzteren zeigen an diesen modificirten Stellen des Netzes zahlreiche Formen, welche auf eine rasche Vermehrung durch Theilung hinweisen, indem zwei oder drei von auffallend geringer Grösse dicht bei einander liegen, hie und da von einer gemeinsamen nicht scharf sich abgrenzenden Hülle umgeben. An den normal gebliebenen Stellen des Netzes werden die Maschen-

räume ausgefüllt von runden, hie und da etwas abgeplatteten, lebhaft roth imbibirten Lymphkörpern, mit 1 oder mehreren glänzenden Körnchen im Innern.

Die Lymphröhren oder Markschläuche bilden ein mannigfach communicirendes Netzwerk ungleich weiter Röhren, welche sich durch ihre gesättigt rothe Farbe und ihren Gefässreichthum von der Lymphbahn sofort abheben. Ihre Breite schwankt von 0.032—0.2 Mm., die Breite der zwischenliegenden Lymphbahnen von 0.02—0.1 Mm. Die Vergleichung mit den analogen Gebilden zweier normaler, von verschiedenen Individuen entnommener, gleichfalls injicirter Achseldrüsen, bei welchen die Maasse für die Lymphröhren übereinstimmend 0.03—0.2 Mm., für die Lymphbahnen 0.03—0.15 Mm. betragen, ergibt, dass eine Vergrösserung in die Breite nicht Statt gefunden hat.

Die Mehrzahl der Lymphröhren wird begrenzt von glänzenden gestreckten, hie und da etwas welligen spärlichen Bindegewebefibrillen, stellenweise mit Verbreiterungen und in letzteren liegenden elliptischen und dreieckigen glänzenden homogenen Kernen. Von diesen Verbreiterungen erstrecken sich dünne glänzende Fäden in das Innere der Röhren, nur sehr spärliche gegen die Lymphbahn. Nach aussen von diesen Fibrillen, die auch hier ein durchbrochenes Netz bilden, und in den Lücken zwischen denselben findet sich jene feinkörnige blasse Grundsubstanz wieder, auch hier mit blassen, zartwandigen, eingelagerten Kernen, die jedoch an diesen Grenzschichten eine mehr in die Länge gezogene Form darbieten. An andern Lymphröhren, und zwar vorwiegend den schmäleren, tritt die Begrenzung durch das entwickelte, zarte, glänzende Fasernetz mehr zurück; die letztere wird überwiegend durch jene körnig-streifige Grundsubstanz gebildet mit den ziemlich regelmässig aber dicht eingelagerten blassen lang elliptischen Kernen. Die Abgrenzung der Lymphröhren von der Lymphbahn wird dadurch hin und wieder eine sehr unvollkommene, indem die blasse Grenzschicht allmälig in das gefässlose Gewebe der Lymphbahn übergeht.

Der Gefässreichthum verhält sich verschieden und steht in einem gewissen Verhältniss zu dem Durchmesser der Röhren. In den stärkeren finden sich kleine central liegende Arterien- und Venenstämme und ein hauptsächlich gegen die Peripherie zu liegendes Netz, 0.007—0.016 Mm. weiter, mit homogener glänzender Membran und alternirenden Längskernen von 0.002 Mm. Breite, 0.01 Mm. Länge versehener Capillaren. An der Mehrzahl findet sich eine dünne Kerne enthaltende Adventitia, von welcher gleichfalls glänzende zarte Fäden abgehen. Der Cha-

rakter der Gefässverästelung ist vorwiegend der unter spitzen Winkeln, wodurch dreieckige und rhombische Maschen von 0.01 — 0.04 Mm. Weite gebildet werden. In den kleineren Röhren finden sich die Capillaren spärlicher, mit wenigen Anastomosen und gestrecktem Verlauf; die kleinsten enthalten in der Regel nur ein centrales Capillargefäss, nicht selten von sehr feiner Art, mit sehr blasser, dünner, mit blassen elliptischen Kernen besetzter Wand.

Das Fasernetz im Innern der Lymphröhren entspringt theils von den Capillarwandungen, theils von der Grenzschichte. Das Netz entspricht im Allgemeinen dem Netz normaler Lymphröhren; es ist gebildet von sehr dünnen, glänzenden Fibrillen, die aber auch hier häufigere membranartige Verbreiterungen mit eingelagerten blassen elliptischen Kernen zeigen. Die Maschen sind vorwiegend in die Länge gezogen, der Achse der Röhren parallel laufend, mit Interstitien von 0.008—0,011 Mm., stellenweise so schmal und lang gestreckt, dass Reihen von 8 — 10 Lymphkörpern in einer Masche hintereinander liegen. In den schmaleren Lymphröhren, hie und da auch in den breiteren, tritt dieses Fadennetz mehr zurück und wird auch hier substituirt durch jene feinkörnige kernhaltige Grundsubstanz, welche auch in den Ampullen stellenweise an Stelle des Netzes getreten ist. In den Interstitien des Netzes und in den Lücken der blassen kernhaltigen Substanz, wo diese im Innern der Lymphröhren sich findet, liegen auch hier Lymphkörper von runder oder rundlicher Gestalt, durch ihre lebhaft rothe Imbibition die tiefe Färbung dieser Gebilde bedingend. In den feinsten Lymphröhren finden sie sich hie und da in relativ sehr geringer Menge vor. Durch diese geringe Zahl eingelagerter Lymphkörper, den Mangel einer deutlichen fibrillären Grenzschicht, sowie eines deutlichen Fasernetzes wird ein ganz allmäliger Uebergang der feineren unzweifelhaften Lymphröhren zu jenen gefässlosen durch die Lymphbahnen ausgespannten Verbindungsbrücken hergestellt, so dass Zwischenformen zur Beobachtung gelangen, bei welchen eine Entscheidung, ob sie als solche mit einem dünnen Gefässausläufer versehene Verbindungsstränge zwischen der Lymphbahn oder als wirkliche Lymphröhren zu betrachten seien, unmöglich ist.

Zur Prüfung des Verhaltens der intraglandulären Lymphbahn in Bezug auf ihre Durchgängigkeit wurde, wie schon erwähnt, eines der knotigen mit durchsichtiger farbloser Flüssigkeit gefüllten Gefässe benutzt, und in dasselbe unter einer dünnen Wasserschichte eine Canüle eingebunden. Die Injection wurde mit derselben blauen Leimmasse vorgenommen, mit

welcher die Arterien eines andern Drüsenpaquets gefüllt worden waren. Der sehr beträchtliche Widerstand, der sich gleich vom Beginn der Injection entgegenstellte, ehe die Masse noch die Drüsen selbst erreicht hatte, bewies, dass ein vergrössertes Vas efferens verlag. Es gelang, von diesem aus allmälig in zwei Drüsen blaue Masse einzutreiben. Die Drüse, welche sich zuerst gefüllt hatte, zeigte bei der Untersuchung stark gefüllte Lymphgefässe der Kapsel und eine starke Füllung der Mehrzahl der Umhüllungsräume. Von letzteren aus war jedoch die Masse ausser in die Lymphbahnen zugleich in einen grossen Theil der Drüsensubstanz eingedrungen, so dass nur die central gelegenen Stellen der Ampullen sowie einzelner Lymphröhren von Injectionsmasse frei blieben. Desto gelungener erwies sich die Injection in der zweiten Drüse, welche sich später gefüllt hatte. Auch hier waren die Umhüllungsräume, wie die Abbildung (Fig. 6) lehrt, mit blauer Masse gefüllt; die Injectionsmasse war jedoch hier vorzugsweise den Lymphbahnen zwischen den Ampullen und den Lymphröhren gefolgt, so dass die letzteren theilweise von Farbstoff vollkommen frei erschienen. Die Masse hatte sich durch die Interstitien des zarten kernhaltigen Netzes ergossen, welches an sehr feinen Schnitten dieser Drüse allenthalben von der Injectionsmasse durchsetzt erschien. Es kann unter diesen Umständen keinem ferneren Zweifel unterliegen, dass die Lymphbahn hyperplastischer Drüsen für einen Flüssigkeitsstrom durchgängig bleiben kann.

Ausser den schon erwähnten Eigenthümlichkeiten in dem Bau einzelner Drüsen, welche auf der vorwiegenden Entwicklung eines oder des andern der beiden drüsigen Bestandtheile, der Ampullen und Lymphröhren beruhen, boten sich in einzelnen noch besondere Erscheinungen dar. Zu diesen gehört das Auftreten eines feinkörnigen Fettes an einzelnen Stellen der Lymphbahn. Während letztere an der Mehrzahl der Drüsen übereinstimmend den geschilderten Bau darbot, zeigte sich in einzelnen Drüsen die Lymphbahn erfüllt von einem mattglänzenden, feinkörnigen und in grösseren Tröpfchen auftretenden Fett, in welches einzelne durch ihre rothe Imbibition kenntliche Lymphkörper eingelagert waren. Der Lymphraum war dabei von gewöhnlicher Weite und von den angrenzenden völlig normalen Lymphröhren scharf abgegrenzt. Das vollständige Fehlen des an andern Stellen die Lymphbahnen derselben Drüse erfüllenden Gewebes macht es wahrscheinlich, dass es sich hier um eine regressive Metamorphose des letztern handelte, über deren Ursachen der Befund keine Aufklärung bot.

In grösseren Heerden trat eine ähnliche Metamorphose in einer der grössten Drüsen auf, mehr als erbsengrosse gelbe unregelmässige Einlagerungen bildend, mit einem schmalen peripherischen, in allen Fällen wiederkehrenden Extravasathof, der nur hie und da von ziemlich weiten scharf begrenzten Capillaren unterbrochen war. Die gelbe Substanz zeigte eine Zusammensetzung aus zahllosen sehr feinen stark lichtbrechenden Körnchen, zwischen welche theils rundliche, theils unregelmässig eckige, wie geschrumpfte, roth imbibirte Kerne sparsam eingebettet waren. Letztere unterschieden sich wie die Grundsubstanz in Nichts von den damit verglichenen gelblichen Einlagerungen in einer tuberkulösen Lunge. Gefässe fehlten in der Substanz vollständig. Der anstossende Extravasathof zeigte eine Dicke von 0.1 Mm. im Mittel; er bestand aus locker angehäuften runden lymphkörperartigen Zellen von 0.005, die in eine ziemlich reichliche, von feinen stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzte Zwischensubstanz eingelagert waren. Zellen und Zwischensubstanz wurden eingefasst von blauen Injectionsstreifen ohne scharfe Begrenzung. Die scharf begrenzten und wohl gefüllten Capillaren des umgebenden normalen Gewebes zeigten eine Breite von 0.008 — 0.014 Mm., glänzenden Contour mit den gewöhnlichen alternirenden Kernen; die Zweige, welche in den Extravasathof sich erstreckten, boten in ihrer Wand keine weitere Veränderung als eine rasch zunehmende hochgradige Verdünnung, so dass der Wandcontour im Verlauf einer kurzen Strecke dem Auge vollständig sich entzog. Ihre Kerne zeigten eine etwas blassere Imbibition an diesen Stellen; eine Vermehrung war weder an ihnen noch an den in den Interstitien liegenden Zellgebilden nachweisbar. Dass der Degenerationsprocess noch im Fortschreiten begriffen war, dafür scheint das Auftreten der Extravasathöfe zu sprechen, welche man in ganz analoger Weise in der Peripherie ähnlicher im Fortschreiten begriffener Heerde tuberkulöser Lungen bei Injectionen erhält; über die Ursache des Processes ergibt die Untersuchung keinen Aufschluss; eine Vermehrung von Zellgebilden, welche durch Compression der Gefässe zu sogenannter anämischer Nekrose hätte führen können, war nicht nachweisbar.

Eine dritte Eigenthümlichkeit, welche in einigen der grössten Drüsen sich beobachten liess, war das Auftreten stark entwickelter derber Bindegewebszüge, welche theils vom Hilus, theils von der Kapsel aus in das Innere der Drüsen sich einsenkten. Diese Züge erreichten eine Mächtigkeit bis zu 0.3 Mm.; sie bestanden aus parallelen Bindegewebebündeln mit etwas

welligem Verlauf, zahlreichen runden und elliptischen Kernen zwischen den Bündeln und einem langgestreckten Maschennetz dünner stark geschlängelter Capillaren.

Das Volum der Drüse, welche der Beschreibung zu Grunde liegt, betrug, nachdem ein Theil zur Untersuchung verwendet war, noch 22 CC. Sie bestand, wie auch die Abbildung ergibt, ziemlich gleichmässig aus Ampullen und Lymphröhren. Da das Volum einer normalen Achseldrüse 1 CC in der Regel nicht überschreitet, die Lymphröhren und Lymphbahnen aber innerhalb der gewöhnlichen Maasse in der vergrösserten Drüse sich bewegten, so ist die zwanzigfache Volumsvermehrung zum Theil auf Rechnung der Vergrösserung und vielleicht einer Neubildung von Ampullen, zum Theil auf Rechnung einer Neubildung von Lymphröhren und Lymphbahnen zu setzen. Da das Volum der Geschwulst bis zu dem Tage der Operation rasch und stetig zugenommen hatte, so mussten in den vergrösserten Drüsen Bildungen sich finden, welche Entwicklungszustände der wesentlichen Bestandtheile darstellen.

Mit Zugrundlegung dieser einfachen Betrachtung und des thatsächlichen Befundes ergeben sich die nachstehenden Schlussfolgerungen. Bei der ächten Hyperplasie der Lymphdrüsen betheiligen sich alle normalen Bestandtheile. Die unter der Kapsel liegenden sogenannten Umhüllungsräume bleiben auch bei beträchtlicher Vergrösserung der Drüse wenigstens theilweise erhalten und lassen sich gleich den Lymphbahnen injiciren, sind demnach für einen Flüssigkeitsstrom durchgängig. Das Gewebe der Lymphbahnen zeigt überwiegend einen embryonalen Charakter, bestehend aus einer körnig-streifigen blassen Grundsubstanz mit eingelagerten zarten Kernen, welche durch Theilung sich vermehren. Die Neubildung von Lymphröhren erfolgt in der Art, dass in diesem embryonalen Gewebe der Lymphbahn zarte Verbindungsstränge zwischen den Lymphröhren auftreten, welche mit Sprossen naheliegender Capillaren sich in Verbindung setzen und theilweise in dünnwandige Capillaren umwandeln. Diese gefässhaltigen Verbindungsstränge wandeln sich durch eine Umhüllung mit Lymphkörpern, welche aus einem Theil der embryonalen Kerne sich hervorbilden, zu Lymphröhren um, in welchen erst später das Fasernetz und eine deutliche unvollständige Grenzschicht auftritt. Einzelne Stellen des Fasernetzes können auch in den ausgebildeten breiten Lymphröhren im embryonalen Zustande verharren. Die Vergrösserung der Ampullen erfolgt durch eine Vermehrung der enthaltenen Lymphkörper und eine Umwandlung des Fasernetzes in eine kernführende mehr embryonale Substanz, von

der es wahrscheinlich ist, dass sie später einen deutlich fibrillären Charakter wieder annehmen könne.

3. Ueber Lipomatose der Leistendrüsen.

Nach den Beobachtungen von Frey*) kommt die Neubildung von Fettzellen verhältnissmässig nicht so gar selten in hohen Graden über einzelne Alveolen von Inguinaldrüsen vor. Bei gelungenen Injectionen derselben vom Vas inferens aus sollen die Kapselräume der Fettzellen auf das Schönste von der in die Alveole eindringenden Farbemasse sich füllen, Die Entstehung der Fettzellen aus den Bindegewebskörperchen des alveolären Zellennetzes konnte Frey nicht darthun.

Der nachstehende Fall beweist, dass diese Neubildung von Fettzellen in menschlichen Inguinaldrüsen Anlass zur Entstehung umfangreicher Lipome werden kann. Das Präparat stammt von einer 52jährigen Frau aus Lehmkulen in Holstein, welche sich den 22. Mai 1862 wegen einer faustgrossen Geschwulst an der Vorderfläche des linken Oberschenkels in der chirurgischen Klinik vorstellte. Dieselbe hatte sich im Laufe von vier Jahren entwickelt; ihr Sitz war das Trigonum-ilio-femorale bis an das Poupart'sche Band. Die Oberfläche erwies sich zusammengesetzt aus mehreren Knollen, die Consistenz elastisch. Die Geschwulst wurde den 11. Juni exstirpirt: ihr Sitz war dicht an der Arteria cruralis. Sie erwies sich bestehend aus zahlreichen locker verbundenen nierenförmigen weichen Geschwülsten, welche auf der Schnittfläche ein gelblichgraues, schleimiges Ansehen boten, vom Umfang einer gewöhnlichen Bohne bis zu dem eines Hühnereies. Das äussere Aussehen liess eine von den Leistendrüsen ausgehende Schleimgeschwulst vermuthen; die Untersuchung ergab, dass es sich um eine kolossale Neubildung von Fettzellen auf Kosten des Drüsenparenchyms handelte. Die Mehrzahl der Geschwülste beherbergte in einer mässig dicken bindegewebigen Kapsel, von welcher aus bindegewebige Scheidewände in das Innere sich erstreckten, das Ganze in eine Zahl rhomboidaler Felder theilend, eine kolossale Menge rundlicher Fettzellen, von 0.02—0.07 Mm. Durchmesser, von vollkommen homogener Beschaffenheit, mit roth imbibirtem wandständigen halbmondförmig gekrümmten Kern von 0.003 Breite, 0.011—0.014 Mm. Länge. Das Drüsenparenchym war vollständig geschwunden, so dass nur die Anwesenheit der Kapsel, die

*) l. c. pag. 72.

Gestalt und Lage über den Ausgangspunkt der Neubildung noch Aufschluss geben. An einigen der Geschwülste waren neben den Fettzellen auch Reste des Drüsenparenchyms noch vorhanden in Form dichter Lymphkörperanhäufungen, welche sich zum Theil peripherisch, unmittelbar unter der Kapsel, als rundliche ziemlich umfangreiche Gruppen vorfanden, theils mehr im Centrum in Form einzelner unregelmässig verlaufender Züge. Die Begrenzung dieser Lymphkörperanhäufungen war nirgends eine scharfe; sie gingen vielmehr continuirlich in die Fettzellenanhäufungen über. Ueber die Betheiligung der einzelnen Gewebe der betreffenden Drüsen an der Neubildung konnte bei dem fortgeschrittenen Stadium des Processes kein Aufschluss gewonnen werden.

4. Ueber Bau und Entwicklung des Achseldrüsen- und Brustdrüsenkrebses.

Die Entwicklung des Krebses in den Achseldrüsen beginnt nach den früheren Angaben Billroth's *) meist in den tieferen Alveolen, seltener in den äusseren, in der Art, dass sich um den Krebsknoten als Centrum eine Schicht von Lymphdrüsensubstanz erhält, die auch bei bedeutender Volumszunahme bleibt und an einzelnen Stellen sich eine kurze Strecke lang zwischen die Krebsmasse hinein erstreckt. Beim Pigmentkrebs wird das Pigment theils im Centrum, theils in der Peripherie gefunden und hier zuweilen so, dass es erst in der Umgebung der Follikel und später erst in ihnen selbst auftritt.

In seiner späteren Mittheilung **) bezweifelt Billroth nicht, dass die Entwicklung der Krebszellen znerst in den Lymphsinus auftritt. Die Balken der Lymphsinus geben das spätere Stroma des Carcinoms ab, die Drüsensubstanz bleibt lange unverändert, atrophirt zuletzt ganz.

Diese Angaben werden durch die nachstehenden Beobachtungen theils vervollständigt, theils in einigen Punkten modifizirt. Eine 44jährige Wittwe aus Kiel wurde den 17. October 1861 in der chirurgischen Klinik vorgestellt wegen eines Carcinoms der rechten Brustdrüse, das sich im Laufe eines Jahres entwickelt hatte. Ausser dieser Affection fanden sich harte, angeschwollene Achseldrüsen auf der rechten Seite, ferner unter dem rechten Schlüsselbein ein subcutan sitzendes gänseeigrosses Lipom. Die Brustdrüse wurde zugleich mit den

*) Beiträge pag. 191.

**) Neue Beiträge pag. 441.

Achseldrüsen an demselben Tage exstirpirt. Die Geschwulst erwies sich in ersterer als ein einfaches Carcinom von gelblichgrauer Schnittfläche, mässig fester Consistenz und reichlichem trüben Saft, der, frisch ohne Zusatz untersucht, aus zahlreichen ziemlich grossen breit-elliptischen Kernen bestand, die grösstentheils von einer feinkörnigen Hülle umgeben waren, welche an einigen durch eine deutliche Membran abgegrenzt war. Die Achseldrüsen zeigten die Grösse einer umfangreichen Bohne, ein blasses gelbliches wachsartiges Ansehen und eine ziemlich derbe Consistenz. Sie konnten von einem kleinen Gefäss aus, das vor der Herausnahme hatte abgebunden werden müssen, injicirt werden. Die Härtung geschah in verdünntem doppelt chromsauren Kali und Weingeist. Die Untersuchung der beiden nach dieser Methode präparirten Drüsen ergab übereinstimmend eine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Geweben: die eine Hälfte bot den Befund normalen Drüsenparenchyms, bestehend aus Lymphröhren mit ampullären längs der Kapsel sich hinziehenden Erweiterungen und den dazwischen liegenden Lymphbahnen; in der andern Hälfte war von all diesen Theilen nichts vorhanden, sondern das Gewebe gleichmässig durch eine sehr gefässreiche, durch ihre blasse Imbibition sofort von dem normalen Drüsengewebe sich abhebende Neubildung substituirt, welche sich an der Grenze zwischen beiden in Form kleiner Nester und länglicher Streifen zwischen das normale Drüsenparenchym einschob.

Die genauere Untersuchung ergab eine gemeinsame von fettreichem Bindegewebe umhüllte Kapsel von 0.1 Mm. Dicke. Die Fettzellen zeigten sich umsponnen von einem zarten Capillarnetz; zwischen denselben fanden sich reichliche rundliche lebhaft roth imbibirte Kerne, theils einzeln, theils in kleinen zwischen den einzelnen Fettzellen auftretenden Gruppen. Die Kapsel setzte sich aus ziemlich straffem Bindegewebe mit rundlichen und elliptischen Kernen zusammen; in ihrer innersten Schicht fanden sich einzelne dünne Züge spindelförmiger Zellen mit stäbchenförmigen Kernen. Die Scheidewände waren spärlich vorhanden, aus kernreichem Bindegewebe mit eingelagerten spindelförmigen Zellen mit schmalem Kern gebildet. Die Ampullen des normalen Theils der Drüse 0.25 — 0.5 Mm. im Durchmesser, durch gesättigt rothe Färbung sofort auffallend, an der Basis mit gleichrothen Lymphröhren in continuirlichem Zusammenhang. Sie enthalten ein ziemlich lockeres nicht ganz regelmässiges Netz dünner Capillaren, zwischen welchen ein sehr entwickeltes Fadennetz von 0.008 — 0.021 Mm. Maschenweite ausgespannt ist. Die Fäden sind scharf contourirt,

homogen und glänzend, mit zahlreichen flachen Verbreiterungen an den Knotenpunkten und in der Continuität, wodurch sie mehr membranartig erscheinen und in den Verbreiterungen liegenden homogenen, glänzenden, scharf contourirten, dunkelroth imbibirten Kernen von theils elliptischer 0.0014 : 0.007 Mm., theils mehr dreieckiger Gestalt mit 0.0028 Mm. Breite, 0.005 Mm. Länge. In den Maschenräumen liegen in Gruppen von 3 — 7 lebhaft roth imbibirte Lymphkörper von 0.004 — 0.005 Mm. Nach aussen schliesst sich die Alveole durch ein etwas dichteres Fasernetz mit spindelförmigen Zellen ab. Die Lymphröhren zeigen eine wechselnde Breite von 0.008—0.05 Mm. mit mannigfachen Ausbuchtungen. Sie erscheinen theils ohne scharfe Begrenzung, theils eingefasst von dünnen Fasern mit leichten Anschwellungen und Kernen von 0.0014 — 0.003 Mm. Breite 0.01 Mm. Länge. Im Innern beherbergen sie ausser den Gefässen ein kernhaltiges Netz glänzender Fäden mit mehr gestreckten Maschen, sonst von gleichem Verhalten wie in den Ampullen und wie dort Lymphkörper einschliessend. Die Lymphbahn wechselt in den Umhüllungsräumen von 0.01 — 0.03 Mm.; letztere zeigen ein sehr lockeres Netz meist senkrecht durchsetzender Bindegewebsbälkchen. In dem zwischen den Lymphröhren gelegenen Theil der Lymphbahn findet sich ein sehr entwickeltes Balkensystem von gestrecktem Verlauf, die einzelnen Balken 0.01—0.028 Mm. breit, aus Bindegewebe mit breit-elliptischen Kernen und spindelförmigen Zellen mit stäbchenförmigem Kern bestehend. Von den Balken strahlen spindelförmige Faserzellen und dünne Bindegewebsbälkchen gegen die Grenzschichte der anliegenden Lymphröhren aus, in einer Breite von 0.004 Mm., mit scharfem, glänzenden Contour und lebhaft roth imbibirten Kernen von 0.003 Mm. Breite, 0.014 Mm. Länge. Im Anschluss an diese Bälkchen findet sich auch in dieser Drüse ein stellenweise spärlich entwickeltes Netz blasser, feinkörniger, hie und da verbreiterter Bänder mit breit elliptischen blassen zarten Kernen von 0.004 — 0,007 Mm. Breite, 0.01 Mm. Länge, die an einigen Stellen Scheidewände wie bei Theilung im Innern darbieten. Zwischen diesem Netz finden sich lebhaft roth imbibirte Lymphkörper vor.

Gegen die Mitte der Drüse hin verändert sich das Aussehen der Lymphbahn. Die Balken zeigen keine wesentliche Abweichung ausser einer reichlicheren Umlagerung mit breiteren, blasseren, körnigen, elliptischen Kernen von 0.003 — 0.004 Mm. Breite, 0.005 — 0.007 Mm. Länge. Von diesen Balken strahlen theils glänzende zarte Bindegewebsbündelchen gegen die angrenzenden Lymphröhren aus mit lebhaft roth im-

bibirten Kernen von 0.0028 Mm. Breite, 0.0098 Mm. Länge, theils mehr verbreiterte membranöse körnig-streifige Scheidewände, welche mit blassen Kernen von 0.004 Mm. Breite, 0.012 Mm. Länge besetzt sind. Die Kerne sind theils spindelförmig, theils elliptisch oder dreieckig; die zwischen den Balken und Lymphröhren sich ausspannenden Faserzüge bilden Maschen von 0.016—0.025 Mm. Breite, 0.028—0.07 Mm. Länge und breit-elliptischer Form. Diese Maschen werden ausgefüllt von einer sehr blassen äusserst feinkörnigen Grundsubstanz, in welcher blassroth imbibirte leichtkörnige mit zarter Wand versehene Kerne liegen, theils von runder Form, 0.007 Mm. im Durchmesser, theils von elliptischer mit 0.005—0.009 Mm. Breite, 0.011 Mm. Länge, einzelne mit 0.003 Mm. grossen Kernkörperchen. Der grössere Theil dieser Kerne liegt frei in der blassen Grundsubstanz, einige sind von einer zarten, blassen Zellenmembran umgeben, wodurch polygonale oder rundliche Zellen von 0.008—0.01 Mm. entstehen. Durch ihre Gefässlosigkeit und blasse Imbibition heben sich diese Nester auf den ersten Blick von den angrenzenden gefässhaltigen normal beschaffenen Lymphröhren ab; die letzteren zeigen sich durch eine dünne kernhaltige Fibrillenlage von der Neubildung wie sonst von der Lymphbahn abgegrenzt. Ganz analog ist der Befund in den Umhüllungsräumen naheliegender Ampullen, welche, mit denselben blassen Nestern zwischen den Balkenzügen erfüllt sind wie die Lymphbahnen zwischen den Lymphröhren, ohne dass diese in die Ampullen selbst eingedrungen wären.

Beim Fortschreiten des Processes erfährt sowohl die Neubildung als die Drüsensubstanz Veränderungen. An der Neubildung kommt es ausser zur Vermehrung der Nester auch zu einer Vaskularisation; die Gefässe bilden sich aus einem Theil der Bälkchen hervor, welche die einzelnen Nester umschliessen und treten mit den Gefässen der anliegenden Lymphröhren in directe Communication. Die Capillaren zeigen einen gestreckten Verlauf, eine Breite von 0.004—0.007 Mm., scharfe Begrenzung, die zarte Wand enthält spindelförmige Kerne von 0.002 Mm. Breite, 0.014 Mm. Länge; äusserlich liegt den Capillaren eine zarte bindegewebige, hie und da spindelförmige kernhaltige Zellen führende Adventitia auf. Sie bilden ein polygonales, einzelne Nester oder Gruppen von solchen umspinnendes Netz. An den Lymphröhren schwindet gleichzeitig die scharfe Begrenzung; die Neubildung greift mit einzelnen Nestern in deren Substanz ein. Das Vordringen erfolgt dabei stets von der Peripherie gegen das Centrum. Der Uebergang der Neubildung in die Drüsensubstanz ist ein ganz allmäliger, so dass stellen-

weise eine scharfe Abgrenzung unmöglich ist. Das Netzwerk der normalen Drüsensubstanz verliert seinen scharfen Contour und seinen Glanz; es wird blasser, körnig-streifig und zeigt zahlreichere membranartige Verbreiterungen; die Kerne sind grösser als an den normalen Stellen, blasser imbibirt und mit feinen Körnchen gefüllt, 0.0028 Mm. breit, 0.0098 Mm. lang. Die Interstitien nehmen an Umfang etwas zu, polygonale oder rundliche Maschen von 0.011—0.014 Mm. Breite, 0.025—0.035 Länge bildend, in welchen zwischen runden dunkel imbibirten Lymphkörpern von 0.004—0.005 Mm. einzelne grössere, rundliche, feinkörnige, blass imbibirte Kerne liegen, von denen der Neubildung nicht zu unterscheiden. An anderen Stellen überwiegen letztere über die Lymphkörperchen; zwischen beiden finden sich sowohl in Bezug auf Grösse und Gestalt als in Bezug auf Imbibitionsfähigkeit alle möglichen Uebergänge vor. Die Lymphröhren scheinen der Degeneration rasch zu erliegen; von den Ampullen erhalten sich, entsprechend ihrem grösseren Volum, Reste ziemlich lange, welche als rundliche 0.07 Mm. im Durchmesser haltende Anhäufungen von Lymphkörpern mit Fadennetz und den dünnen charakteristisch verlaufenden Gefässen mitten in mächtigen Lagern der Neubildung sich vorfinden.

Jenseits der Schichte, in welcher Drüsensubstanz und Neubildung zugleich sich vorfinden, ist die erstere vollständig verschwunden. Die Krebsmasse tritt hier auf in Form rundlicher, durch Bindegewebszüge mit grösseren Gefässen unvollkommen geschiedener Abtheilungen von 0.6—2 Mm. Duchmesser. Das Bindegewebe zwischen diesen Abtheilungen zeigt die gewöhnliche wellige Beschaffenheit, zahlreiche Kerne, dünne gestreckte Arterien und zahlreiche ziemlich geräumige, hie und da anastomosirende Venen. Die Arterien treten unter allmäliger Verschmälerung in die Krebsmasse ein und lösen sich hier in ein zartes Capillarnetz mit polygonalen Maschen von 0.011—0.014 Mm. mittlerer Maschenweite auf, das in den Extremen von 0.007—0.021 Mm. schwankt. Die einzelnen Capillaren sind gestreckten Verlaufs, an den Knotenpunkten mit leichten Erweiterungen versehen, wodurch das Ganze ein embryonales Ansehen erhält; ihre Breite beträgt 0.005—0.007 Mm. von 0.004—0.01 schwankend. Ihre Wandung ist scharf begrenzt von einem zarten wenig glänzenden Contour; die dünne, zarte Membran mit Kernen von 0.0025 Mm. Bre.te, 0.011 Länge besetzt. Aeusserlich liegt der Capillarwand auch hier die schon erwähnte Adventitia auf, welche mit dem theils fibrillären, theils mehr membranösen Netzwerk des Stroma's zusammenhängt, in welchem gleichfalls Kerne ziemlich reichlich sich

vorfinden, wie Fig. 8 zeigt. Die Einlagerung selbst besteht auch hier aus einer blassen sehr feinkörnigen Substanz, in der rundliche und elliptische blass imbibirte Kerne von 0.0056—0.0098 Mm. ziemlich dicht eingebettet sind. Stellenweise wird die Einlagerung gebildet von deutlich durch eine blasse Membran von einander abgegrenzten kernhaltigen Zellen von 0.008 Mm.

Noch während der Heilung der Operationswunde hatte sich bei der Kranken in der andern Brustdrüse eine gleichförmige harte Anschwellung eingestellt, welche den 20. Januar 1862, mithin drei Monate nach der ersten Operation, die Entfernung derselben nothwendig machte. Es war von Interesse, die Neubildung mit der früheren und mit der in den jenseitigen Achseldrüsen vorhandenen zu vergleichen. Die Geschwulst wurde daher gleichfalls injicirt und in chroms. Kali und Weingeist gehärtet. Sie besass den Umfang einer sehr kräftigen Mannsfaust, eine leicht unebene Oberfläche, ziemlich feste Consistenz, eine weisslich-graue speckig glänzende Schnittfläche und griff mit zahlreichen weisslichen Ausläufern in die Umgebung über. An der innern Seite fand sich ein kleines Stück normaler Brustdrüse vor, von der Neubildung durch keine scharfe Grenze getrennt. Die frische Untersuchung ergab dieselbe Zusammensetzung des Saftes wie an der früheren Geschwulst.

Das gehärtete Präparat bot im normalen Theil Gruppen rundlicher und ovaler Drüsenbläschen von im Mittel 0.03 Mm. Durchmesser, ausgekleidet von rundlichen und polygonalen Zellen von 0.006 Mm., umsponnen von einem zarten Capillarnetz mit ziemlich weiten Maschen. Die Bläschen hängen an 0.015 Mm. breiten mit Cylinderepithel ausgekleideten Gängen. Sie werden umgeben von dichten Zügen fibrillären Bindegewebes, das sich mit einzelnen kernhaltigen Bündelchen zwischen die einzelnen Bläschen hineinerstreckt. Dieses Bindegewebe führt reichliche Kerne, von denen sich hauptsächlich zwei verschiedene Formen beobachten lassen, zwischen welchen Uebergänge vorhanden sind: die einen rundlich oder elliptisch, mit zarter Wand, feinkörnigem Inhalt, blass imbibirt, hie und da mit Scheidewänden wie bei Theilung, die runden 0.0056 Mm. im Durchmesser, die elliptischen 0.0038—0.0056 Mm. breit, 0.008—0.01 Mm. lang Diese Form, den embryonalen Formen mehr gleichend, findet sich sowohl zwischen als in den Bündeln vor. Die andern vorzugsweise spindelförmig, mit scharfem Contour, dunkelroth imbibirt und glänzend, 0.0028 Mm. breit, 0.012 Mm. lang, den Kernen fertigen Sehnengewebs gleichend und meist den verdichteten Grenzschichten der einzelnen Bindegewebs-

bündel anliegend, hie und da in dichter Aufeinanderfolge, so dass die Bündel von förmlichen Kernzügen begrenzt erscheinen. Ausser diesem dem normalen entsprechenden Befund ergibt sich eine von der normalen abweichende Beschaffenheit einzelner Gefässe, indem sowohl kleine Arterien- und Venenzweige als einzelne Capillaren eine Einlagerung zahlreicher blasser feinkörniger elliptischer Kerne von 0.005 Mm. Breite, 0.0098 Mm. Länge in der Adventitia zeigen, welche von den Kernen der auch in der jungfräulichen Brustdrüse vorhandenen Gefässadventitia durch ihre Grösse und granulirte Beschaffenheit ab weichen.

In der Nähe der Neubildung ist das Bindegewebe beträchtlich kernreicher, die einzelnen Bündel und die Fibrillen weniger deutlich, die Kerne vielfach in Formen auftretend, welche einen Theilungsprocess vermuthen lassen, dabei blass, feinkörnig, 0.004 Mm. breit, 0.007—0.008 Mm. lang, in länglichen Gruppen gelagert, welche von dichteren Bindegewebszügen mit spindelförmigen Kernen umsäumt werden. Dieser Befund ändert sich gegen die Neubildung selbst hin in der Weise, dass die kernführenden Bindegewebszüge theilweise sich vaskularisiren, die eingeschlossenen Kerne immer deutlicher die der Neubildung zukommenden Eigenschaften annehmen, während die Drüsensubstanz keine wesentliche Veränderung darbietet; die Art, wie diese Umbildung stattfindet, wird durch Figur 10 ohne Weiteres deutlich: Das centrale Drüsenläppchen ist unversehrt; es wird umgeben von der Krebsmasse, welche in Form länglicher und runder Nester von 0.02 Mm. Breite, 0.032—0.05 Mm. Länge auftritt, welche theils von einer blassen feinkörnigen Grundsubstanz mit eingebetteten rundlichen und elliptischen blass imbibirten Kernen von 0.007—0.008—0.01 Mm., mit deutlichen Kernkörperchen von 0.002 Mm., theils von zartwandigen rundlichen oder leicht polygonalen Zellen von 0.014 Mm. Durchmesser mit Kern von 0.007—0.008 Mm. gebildet werden. Umgeben werden die einzelnen Nester von einem theils in glänzenden Fibrillen, theils in membranartig verbreiterten körnigstreifigen Zügen auftretenden Bindegewebe mit eingelagerten elliptischen und spindelförmigen Kernen und gestreckten Capillaren von 0.007—0.01 Mm. Breite, mit leichten Verbreiterungen an den Knotenpunkten, dünner kernhaltiger Wand, ein polygonales Maschennetz von im Mittel 0.03 Mm. Maschenweite bildend, welches in jeder Hinsicht dem in der jenseitigen Lymphdrüse gefundenen entspricht und sich von ihm nur durch grössere Maschenweite unterscheidet. Die stärkeren Bindegewebezüge, welche in grösserer Entfernung zwischen den ein-

zelnen Drüsenläppchen verlaufen, nehmen an dem Neubildungsprocesse nur geringen Antheil; zwischen die einzelnen Bündel finden sich nur sparsame schmale Nester von Krebszellen eingesprengt; durch diese dichteren Bindegewebezüge, welche wie in den beschriebenen Achseldrüsen die Träger der grösseren Arterien- und Venenzweige sind, wird auch hier eine Trennung der Neubildung in zahlreiche unvollkommen von einander geschiedene grössere Abtheilungen bewirkt. Der Bau erweist sich fast durch die ganze Neubildung als der gleiche; nur an einzelnen Stellen lässt sich ein Schwund der Drüsenläppchen mit bindegewebiger Umwandlung der Gänge und körnigem Zerfall des Inhaltes constatiren, an der Mehrzahl ist das Drüsengewebe unversehrt in die Neubildung eingebettet.

Diese Beobachtungen gestatten den Schluss, dass der Krebs in den Lymphdrüsen der Achsel in der Lymphbahn, sowohl zwischen den Lymphröhren als in den Umhüllungsräumen der einzelnen Ampullen seinen Anfang nimmt. Er beginnt als ursprünglich gefässlose Neubildung, wahrscheinlich hervorgehend aus dem in der Lymphbahn vorhandenen embryonalen Gewebe, von dem ein Theil in Stroma, in Theil in Krebszellen sich umwandelt. Auf einer weiteren Entwicklungsstufe angelangt vaskularisirt sich die Neubildung und dringt von der Peripherie gegen das Centrum fortschreitend in die Substanz der Lymphröhren und Ampullen ein. Die Umwandlung des Drüsengewebes in Krebs erfolgt in der Art, dass wenigstens ein Theil des Fadennetzes in gefässhaltiges Stroma sich umwandelt, während die enthaltenen Lymphkörper zu Krebszellen werden. Das Balkengewebe der Lymphdrüsen bleibt dabei wenigstens theilweise bestehen und bildet den Träger der grösseren arteriellen und venösen Gefässe, welche die Neubildung versorgen.

Der secundäre Brustdrüsenkrebs wiederholt in unserem Falle genau die Structur des vorhergehenden Brustdrüsen- und Achseldrüsenkrebses der andern Seite. Seine Entwicklung findet in der Art statt, dass die Kerne des Bindegewebes in der Umgebung der Drüsenläppchen in reichlicherer Zahl auftreten und sich theils in Krebszellen, theils zu gefässhaltigem Stroma umwandeln. Die stärkeren Bindegewebszüge bleiben dabei relativ verschont und bilden auch hier die Träger der grösseren Gefässe. Das Capillarsystem der Neubildung weicht nur durch die etwas zartere Wand und den embryonalen Charakter der Verästelung vom Normalen ab. Die Drüsensubstanz bleibt an der Neubildung vollkommen unbetheiligt und lässt sich dieser Beobachtung zufolge auch an umfangreichen Krebs-

geschwülsten unter Umständen noch nachweisen; die einzige Veränderung, welche sie stellenweise darbietet, besteht in einfacher Atrophie. Längs der Gefässe kann sich die Neubildung über grössere Strecken des normalen Parenchyms verbreiten, welche dem blosen Auge nicht sichtbar sind. Die praktischen Schlussfolgerungen aus diesem letzteren mit den Beobachtungen von Billroth, Schröder von der Kolk und Virchow übereinstimmenden Befund ergeben sich von selbst.

5. Darstellungsweise und Erklärung der Abbildungen.

Um in den Abbildungen möglichst getreue Copien der zu Grunde liegenden Präparate zu erhalten, benutzte ich nach dem Vorgange von Goll die Herstellung objectiver Bilder. Methoden und Apparate hiezu sind bekanntlich von Goll und Harting angegeben; bei beiden werden die objectiven Bilder auf eine Glastafel geworfen und von dieser aus auf Papier übertragen. Die Beschaffenheit der Präparate, welche ich zu den Abbildungen benutzte, gestattete eine wesentliche Vereinfachung dieser Methoden, indem ich die objectiven Bilder ohne Weiteres auf dem horizontal liegenden Papier auffing, auf welchem sie dauernd fixirt werden sollten. Ich benutzte hiezu eine gewöhnliche viereckige Kiste von Holz, deren Innenwand mit schwarzem Papier überzogen war. Die Oeffnung der Kiste ist gegen den Zeichner gerichtet und steht wie der eigentliche Boden vertikal; zwei der Seitenwände stehen demnach horizontal; die eine dient als Grundfläche, auf welcher gezeichnet wird, die andre trägt eine runde Oeffnung, in welche eine Hülse von Pappdeckel oder Metall eingesetzt werden kann. Diese Hülse trägt am obern Ende eine Concentrationslinse, unter dieser in angemessener Entfernung einen Ausschnitt zur Einschiebung des Objectes und ein Diaphragma, auf welchem letzteres aufruht. Eine zweite Hülse, gegen dieses Diaphragma mit Hülfe einer einfachen Schraubenvorrichtung innerhalb der ersteren beweglich, trägt ein gewöhnliches Objectivsystem. Zur Beleuchtung benützte ich directes Sonnenlicht, das mittelst des bekannten den Physikern geläufigen Heliostaten-Spiegels dem Object zugeleitet wird. Die Erwärmung von Object und Objectivlinsen erwies sich auch nach stundenlangem Gebrauch als höchst unbedeutend, so dass selbst der Canadabalsam, in welchem die Objecte ruhten, keine merkliche Verflüssigung darbot. Die Steigerungen der Vergrösserung erzielte sich durch die Anwendung entsprechender Linsensysteme, eine Correction der Ueberverbesserung und der Bildkrümmung durch Ein-

schiebung eines Oculars erschien überflüssig, so geeignet sie sich zur Steigerung der Vergrösserung erweist. Die erhaltenen Bilder sind von grosser Schärfe und gestatten eine unmittelbare Fixirung aller ausgezeichneten Punkte, wodurch bei der späteren genauen Ausführung des Bildes aus freier Hand die absolute Richtigkeit aller Grössen- und gegenseitigen Lagerungsverhältnisse ohne Weiteres gegeben ist. Durch eine geringe von selbst sich ergebende Modification erhält man eine sehr vereinfachte Methode zur Herstellung mikroskopischer Photographien. Fig. 3, 4, 6 und 8 sind nach dieser Methode, die übrigen aus freier Hand gezeichnet.

Figur 1. Aus einer normalen Mesenterialdrüse eines Erwachsenen. *a* Lymphröhren mit den enthaltenen Gefässen, Lymphkörpern und Fadennetzen. *b* Lymphbahn mit den fertigen und embryonalen Gewebsbrücken und den zwischenliegenden Lücken, aus welchen die Lymphkörper durch Auspinseln entfernt sind. Bei *b* einige in dem Netz haften gebliebene Lymphkörper. Vergrösserung 500.

Figur 2. Hyperplastische Achseldrüse. *a* Vergrösserte Ampullen. *b* Gefässreiches Netz der Lymphröhren. Vergrösserung 3.

Figur 3. Schnitt durch dieselbe hyperplastische Achseldrüse. *a*. Ampullen mit dem an der Peripherie dichteren Gefässnetz. *b* Lymphröhren mit ihren Gefässen und Lymphkörpern. *c* Die Lymphbahn mit den Bälkchen. Vergrösserung 50.

Figur 4. Dasselbe Präparat bei stärkerer Vergrösserung. *a* Lymphröhren mit den enthaltenen Gefässen, Fadennetzen und Lymphkörpern. *b* Das embryonale Gewebe der Lymphbahn mit den enthaltenen Kernen. *c* Lymphröhren, gebildet von einem centralen Gefäss und einhüllenden Lymphkörpern, ohne scharfe Grenze in das anliegende embryonale Gewebe der Lymphbahn übergehend. Vergrösserung 250.

Figur 5. Aus derselben Drüse. *a* Lymphröhre. *b* Embryonales Gewebe der Lymphbahn. *c* Kerntheilungen. Vergrösserung 550.

Figur 6. Injection der Lymphbahn vom Vas efferens aus. *a* Kapsel. *b* Ampullen. Vergrösserung 50.

Figur 7. Schnitt durch den Lymphdrüsenkrebs. *a* Stroma mit den enthaltenen Kernen und Capillaren. *b* Einlagerung. Ausgepinseltes Präparat. Vergrösserung 550.

Figur 8. Schnitt durch den Brustdrüsenkrebs. *a* Drüsensubstanz. *b* Krebszellen. *c* Stroma mit Capillargefässen. *d* Stärkere Bindegewebszüge mit Gefässen. Vergrösserung 130.

Kiel, 18. April 1863.

Ueber cavernöse Geschwülste.

(Hierzu Taf. VII.)

Von

Dr. **H. Haussen.**

Die Veranlassung zu nachstehendem Aufsatze gab ein Fall von Enchondrom und cavernösen Geschwülsten, welcher in der chirurgischen Klinik des Herrn Hofrath Baum beobachtet und in chirurgischer Hinsicht von Dr. Fischer bereits kurz erwähnt worden ist (Mittheilungen aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Göttingen, von Dr. Fischer, Beobachtung Nr. 130, S. 228. Hannover 1861.).

Der Tagelöhner H. Schr., 60 Jahre alt, wurde den 17. December 1854 in die chirurgische Abtheilung des Göttinger Hospitals aufgenommen. Er war vor zwei Jahren vom Wagen auf die linke Schulter gefallen und schrieb diesem Unfalle den Ursprung seines Leidens zu. Er behauptete, er hätte nach der Aussage seines Arztes damals eine Luxation des Humerus davongetragen, die von jenem zwei Tage nach dem Falle wieder eingerichtet wurde. Nach Verlauf von vier Wochen konnte er seinen Arm wieder gebrauchen; jedoch blieb eine geringe Schmerzhaftigkeit und Geschwulst an demselben zurück. Seit dem letzten Frühjahr hat die Geschwulst schnell zugenommen und seit dem letzten Sommer (1854) hat der Kranke seine Arbeit nicht mehr verrichten können. Seit sechs Wochen endlich sind die Schmerzen bedeutend gestiegen und erstrecken sich von der Schulter bis in den Arm hinein. Der Patient befand sich früher stets wohl und hat auch jetzt über nichts Anderes zu klagen.

Bei der Aufnahme des Kranken fand sich eine grosse Geschwulst an der linken Schulter, welche die Clavicula umlagerte, vom sternalen Ende derselben 4 Centimeter entfernt war und sich bis in die Achselhöhle erstreckte, wo sie mit der vordern Fläche der Scapula zusammenhing. Das Acromion war frei, jedoch waren die Bewegungen im Schultergelenk sehr gehemmt. Der Umfang der Geschwulst betrug 60 Centim. In ihren obern Parthien war sie weich und fluctuirte stark. An mehreren Stellen fühlte man ein Knistern, welches vom Eindrücken dünner Knochenschalen herrührte. Nach unten zu wurde die Geschwulst hart und zeigte sich besonders in der Achselhöhle sehr fest; sie war nur sehr wenig verschiebbar. Der Arm und vorzüglich der Oberarm war geschwollen und die subcutanen Venen erschienen ausgedehnt.

Die Diagnose konnte nicht mit Sicherheit zwischen Enchondrom und Osteoid gemacht werden, jedoch sprach der ganze Verlauf mehr für ersteres. Ein probatorischer Einstich wurde nicht gemacht, um das Auftreten einer Eiterung und Verjauchung zu vermeiden. — Die Geschwulst konnte nicht operirt werden und der Kranke wurde nur der Euthanasie wegen ins Hospital aufgenommen. Er wurde allmälig schwächer, bekam Decubitus am untern Winkel der Scapula, der gegen die Haut andrückte und starb, nachdem er sich fast ein Jahr im Hospital aufgehalten hatte, den 13. November 1860 an allgemeinem Marasmus.

Die Section wurde am folgenden Tage vom Professor Krause vorgenommen. Die Leiche war mager und die Muskulatur schlaff. Auf dem Bauche fanden sich mehrere ungefähr einen Zoll grosse unregelmässig begrenzte bläulich-rothe Todtenflecke. Auf dem Rücken erschien in der Gegend des untern Winkels des linken Schulterblattes ein längliches tief eindringendes Geschwür. Dies zeigte unregelmässige blaugraue Ränder, die einen tiefen vielfach ausgezackten und überall mit einem schmierigen weissgelblichen Ueberzug bedeckten Grund umgaben. In der Tiefe dieses Geschwürs kam der weiss aussehende überall vom Periost entblösste Knochen zum Vorschein. Die Gegenwart dieses Geschwürs erklärt auch die oben erwähnten an einer ungewöhnlichen Stelle sich befindenden Todtenflecke, weil der Kranke deshalb in der letzten Zeit seines Lebens auf dem Bauche gelegen hatte.

Die Sinus sowie die Grosshirnvenen waren wenig gefüllt. Pacchionische Granulationen zeigten sich stark entwickelt und im Subarachnoidealraum fand sich eine wässerige Infiltration. Die Hirnsubstanz war ziemlich weich und auf der Schnittfläche

wässerig glänzend. Die Ventrikel erschienen etwas ausgedehnt und enthielten viel klares Serum. Die Plexus choroidei waren verdickt und mit kleinen Cysten besetzt. Das kleine Hirn war verhältnissmässig etwas blutreicher.

Die vordern Ränder beider Lungen berührten sich fast vollständig in der Mittellinie. Die Pleura- und Herzbeutelhöhle enthielten einige Unzen hellen klaren Serums. Die Lungen waren blass, blutarm; auf der Schnittfläche viel wässerig röthlicher Saft. Vorn waren die Lungenränder etwas emphysematös. Nahe dem untern Rande des linken obern Lungenlappens zeigte sich an der hintern Seite die Lungenpleura in der Ausdehnung von $1^1/_2$ Zoll mit einer ziemlich scharf umgrenzten leicht abziehbaren Auflagerung einer gelblichen Faserstoffmasse bedeckt. Nach Abziehen derselben sah man die Pleura nur wenig verdickt, glatt und etwas röthlich gefärbt. Die Schleimhaut des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Bronchien, die der letzteren bis in ihre feinsten Verzweigungen hinein, war stark geröthet.

Die Herzmuskulatur war schlaff, die Klappen sämmtlich sufficient. Im rechten Sinus Valsalvae der Aorta war eine geringe aneurysmatische Erweiterung über der Klappenanheftung bemerkbar. Im rechten Herzen befand sich dunkelrothes meistens weich geronnenes Blut.

Die Leber überragte den untern Rand der rechten Rippenknorpel fast um einen halben Zoll. Der linke Leberlappen, der verhältnissmässig stärker vergrössert war als die andern Theile erstreckte sich weit nach links hinüber. Die Lebersubstanz war etwas brüchig, blass, blutarm.

Die Milz etwas vergrössert, sehr weich und brüchig; die Kapsel war ziemlich gespannt.

Die Nieren waren etwas blutreich, besonders in ihrer Rindensubstanz.

Die Schleimhaut des Magens blassgrau, die des Darms anämisch.

Die Peyerschen Haufen und solitären Follikel des Dünndarms waren schwärzlich grau gefärbt; die Follikel im Coecum und im Anfangstheile des Processus vermiformis, ganz besonders aber im Colon ascendens zeigten sich zahlreich und stark entwickelt als gelblich graue hirsekorngrosse Knötchen, welche die Schleimhaut überragten. — Die Mesenterialdrüsen waren etwas geschwellt und blutreich.

Der Umfang der Geschwulst an der linken Schulter hatte noch um einige Centimeter zugenommen (siehe oben Krankengeschichte). Der grösste Längendurchmesser betrug

24 Centim. Ihre Form war unregelmässig eiförmig. Sie lag dicht unter der Haut, war jedoch nirgends mit dieser verwachsen und wurde von einer dünnen Fascie überzogen. Der M. deltoideus, der über den vordern und obern Theil der Geschwulst hinweglief, erschien sehr gespannt und dünn und seine Fasern zeigten sich blass, zum Theil atrophisch oder fettig degenerirt. Der in dem oben erwähnten Geschwüre freiliegende untere Winkel der Scapula war in der Ausdehnung von einigen Centim. grüngrau, missfarbig, nekrotisch. Der zweite und dritte Intercostalraum waren links an der Stelle, wo die Geschwulst aufgelegen hatte, convex nach dem Innern des Thorax vorgetrieben, wodurch die Mm. intercostales dort ausgedehnt und dünn geworden waren. Das acromiale Ende der Clavicula, sowie das Collum anatomicum humeri waren cariös, aber der Knorpelüberzug des Caput humeri war nur wenig verändert. Es zeigte sich ferner im Schultergelenke eine kleine Quantität gelben geruchlosen Eiters. Die einzige Stelle, wo die Geschwulst mit dem Knochen zusammenhing, befand sich an der vordern Fläche und dem lateralen Winkel der Scapula. Von hier aus ragten zahlreiche Lamellen, welche ächte Knochenkörperchen enthielten, in die Geschwulst hinein. An ihrer vordern Oberfläche erschienen unter dem jene überziehenden Bindegewebe ähnliche Lamellen, welche aber kein Knochengewebe besassen, sondern nur aus einer bindegewebigen, vollständig verkalkten Substanz bestanden. Der Bau der Geschwulst bot an den Stellen, wo keine secundären Veränderungen eingetreten waren, den eines Enchondroms dar. Es zeigten sich schöne Knorpelzellen mit Kernen und zahlreichen Theilungsformen. Stellenweise lagen dieselben in einer massenhaften faserigen Grundsubstanz. Sehr viele Parthien der Geschwulst waren aber eiterig zerfallen und hierdurch hatten sich grosse unregelmässige Höhlen gebildet, die theils gewöhnlichen Eiter, theils amorphen Detritus, zuweilen aber auch Trümmer der beschriebenen Gewebselemente enthielten. Diese Höhlen wurden aber nirgends von einer bestimmt abgegrenzten Membran oder von Epithel ausgekleidet. An einigen Stellen war auch die Grundsubstanz mehr gallertig infiltrirt als flüssig. Die ganze linke obere Extremität war in Folge eines enormen Oedems des Unterhautbindegewebes zum Doppelten ihres normalen Dickendurchmessers angeschwollen. Das Oedem war bedingt durch eine feste Verschliessung der Vena basilica, welche durch ziemlich ausgedehnte obliterirende Thrombose bewirkt war. Die Muskeln erschienen überall blass, leicht zerreisslich und atrophisch.

Es folgt jetzt die Beschreibung mehrerer cavernöser Geschwülste am rechten Vorderarm. Bereits im Leben zeigte sich eine kleine Geschwulst an der Dorsalseite des untern Endes der rechten Ulna. Dieselbe war unter der darüber verschiebbaren Haut beweglich, liess sich teigig anfühlen und konnte durch Druck comprimirt werden. Die Hautvenen, die etwas ausgedehnt waren, schimmerten durch und schienen mit dem obern und untern Ende der Geschwulst in Verbindung zu stehen. Die Geschwulst selbst aber hatte kein bläuliches Ansehen. Es war die Diagnose auf eine cavernöse Blutgeschwulst gestellt und die relative Seltenheit solcher Geschwülste gab Veranlassung, die Extremität genauer zu untersuchen. Da sich in der Achselhöhle und am Oberarm nichts Bemerkenswerthes zeigte, so wurde der Humerus ungefähr 3 Zoll über seinem untern Ende amputirt. Kurze Zeit nach der Section wurden die Artt. radialis und ulnaris im obern Drittheile des Vorderarms aufgesucht und mit einer roth gefärbten, aus Wachs, Zinnober etc. zusammengesetzten Masse injicirt. Dadurch wurden unter der unversehrten Haut auf der Dorsalfläche der Hand bereits mehrere stark anschwellende Hervorragungen sichtbar und die schon erwähnte Geschwulst am untern Ende der Ulna füllte sich gleichfalls deutlich an. Im Verlauf der Untersuchung wurde noch der Stamm der Vena basilica von der Schnittfläche des amputirten Oberarms aus in der Richtung gegen die Peripherie hin injicirt, und es gelang nach Ueberwindung des Widerstandes einer Klappe eine weitere Geschwulst zu füllen, welche auf der Volarfläche des Ursprungs der Mm. flexor digitorum sublimis und radialis internus zwischen den zusammenfliessenden Schenkeln der später einfachen Vena basilica auf der Fascia antibrachii volaris gelegen war. Die erwähnten beiden Schenkel waren hervorgegangen aus einer Theilung der in der Mitte des Vorderarms einfach verlaufenden Vena basilica und vereinigten sich wieder in gleicher Höhe mit dem Epicondylus medial. humeri. Die Länge des doppelten Verlaufs betrug 72 Millimeter.

Die bei der jetzt folgenden Beschreibung der Geschwülste anzugebenden Dimensionen beziehen sich natürlich nur auf den Grad der Füllung, den sie durch die Injection erlangt hatten. Der Uebersichtlichkeit wegen wird es zweckmässig sein, die einzelnen Geschwülste mit Nummern zu bezeichnen.

1) Die bereits erwähnte Geschwulst, die zwischen den beiden Schenkeln der Vena basilica lag und mit dem am meisten nach hinten und ulnarwärts gelegenen zusammenhing, hatte im Allgemeinen eine eiförmige, etwas plattgedrückte Form und

ihr Längsdurchmesser entsprach der Längsrichtung des Vorderarms. Sie war 16 Mm. lang, 13 Mm. breit und 8 Mm. dick.

Bevor die Vena basilica gegen ihren Verlauf weiter verfolgt wird, sind einige Geschwülste zu erwähnen, die nicht mit jener, sondern mit andern Venen zusammenhingen und zum grössten Theil an der Ulna lagen.

2) Es befand sich am äussern Rande der Ulna auf dem Knochen dicht am Rande des M. ulnaris externus eine 5 Mm. lange, 4 Mm. breite und 2 Mm. dicke Geschwulst, die nur mit einer Knochenvene in Verbindung stand.

3) Weiter nach unten und etwas mehr nach der Volarseite hin zeigten sich ebenfalls an der äussern Fläche der Ulna dicht am Rande des M. ulnaris internus zwei feinere kleine Geschwülste, die mit einer kleinen Vene zusammenhingen, welche unter den ebenerwähnten Muskel hindurchgehend in die Vena profunda einmündete. Die am meisten volarwärts gelegene war 6 Mm. lang, 5 Mm breit und 3 Mm. dick. Die andere lag etwas weiter nach der Dorsalseite und unten fest auf dem Knochen und besass eine Länge von 4 Mm., eine Breite und Dicke von je 3 Mm.

4) Ungefähr 40 Mm. oberhalb des Os pisiforme erschien an der radialen Seite der A. ulnaris auf den Sehnen des M. flexor digitorum profundus eine spindelförmige Geschwulst, die 16 Mm. lang, an der breitesten Stelle 6 Mm. breit und 5 Mm. dick war.

5) Am untern Ende der Ulna befand sich in dem Raume zwischen dem ulnaren Rande des M. ulnaris internus und der Ulnarseite des M. ulnaris externus, zum Theil aber noch von dem ersteren Muskel bedeckt, dicht am Knochen anliegend, eine Menge dicht aneinanderliegender, unregelmässiger, platter Geschwülste, die 5 an der Zahl zum grossen Theil von der später unter Nr. 7 zu beschreibenden Geschwulst bedeckt waren. Die grösste derselben erstreckte sich in der Längsrichtung der Ulna und war 13 Mm. lang, 8 Mm. breit und 2 Mm. dick.

6) In dem ulnarwärts von der Sehne des M. ulnaris externus, radialwärts von den Sehnen der Mm. extensor digiti minimi und extensor digitorum communis begrenzten dreiseitigen Raume erschien oberflächlich dicht über dem Lig. carpi dorsale eine Gruppe von vier grösseren und eine andere von ebensoviel kleineren dicht nebeneinander liegenden Geschwülsten, die alle mit dem Periost des Knochens zusammenhingen. Die vier grösseren lagen in einer Linie neben einander, die nicht genau der Längsrichtung des Vorderarms folgte, sondern in etwas schräger Richtung sich von der Sehne des M. ulnaris

externus zu der des M. extensor digiti minimi nach unten erstreckte. Die am entferntesten von der Handwurzel gelegene der vier grösseren Geschwülste, die auf der Sehne des M. ulnaris externus lag, war 11 Mm. lang, 5 Mm. breit und 3 Mm. dick. An der radialen Seite derselben befand sich eine andere, deren Länge 17 Mm., Breite 12 Mm. und Dicke 9 Mm. betrug. Dicht unter dieser nach dem Lig. carpi dors. zu zeigte sich eine dritte, die 14 Mm. lang und 9 Mm. breit war. Endlich dicht oberhalb des Lig. carpi dors. etwas mehr radialwärts als die vorige lag die vierte, 13 Mm. lange, 8 Mm. breite und 3 Mm. dicke Geschwulst. In der Tiefe erschienen radialwärts von den eben beschriebenen vier Geschwülsten unter der Sehne des M. extensor digiti minimi die oben schon erwähnten vier kleineren, von denen die grösste 8 Mm. lang, 5 Mm. breit und 3 Mm. dick war. Die Venen, die von diesen acht Geschwülsten herkamen, liefen zu den tiefen Venen des Vorderarms.

7) u. 8) Dicht oberhalb des Processus styloideus ulnae lag die bereits im Leben diagnosticirte Geschwulst (7). Sie bedeckte zum Theil die unter Nr. 5 und 6 beschriebenen grösseren Gruppen von Geschwülsten und war daher auf dem äussern Rande der Ulna und auf der Sehne des M. ulnaris externus gelegen. Dieselbe erschien unregelmässig höckerig, tief eingekerbt und besass eine Länge von 37 Mm., im grössten Querdurchmesser eine Breite von 25 Mm. und Dicke von 11 Mm. Die Geschwulst hing auf folgende Weise mit den Venen zusammen. Die Vena salvatella theilte sich auf dem Lig. carpi dorsale in zwei Aeste, von denen der eine auf der Dorsalfläche des Vorderarms an der radialen Seite der grossen Geschwulst, ohne mit ihr zusammenzuhängen, vorbeilief und sich 9 Centim. oberhalb des Processus styloideus ulnae in die Vena basilica ergoss. Der zweite Ast, der ulnarwärts von dem ersten verlief, stand zuerst, 32 Mm. von der Theilungsstelle entfernt, mit einer 8 Mm. langen und 4 Mm. breiten Geschwulst in Verbindung, ging dann etwas mehr oberhalb vor der Sehne des M. ulnaris externus an die untere Fläche des hintern Endes jener im Leben schon erkannten Geschwulst (7), kam, nachdem er mit dieser in Verbindung getreten war, unter dem obern Rande derselben wieder heraus und vereinigte sich in geringer Entfernung oberhalb der Geschwulst mit der sogleich zu beschreibenden Vene. Diese lief nämlich ulnarwärts von der Vena salvatella, mit ihr durch einen Querast verbunden, vor dem Processus styloideus ulnae hinweg zu der grossen Geschwulst. Jedoch vorher verband sich mit dieser Vene eine

in dem Raume zwischen Processus styloideus ulnae, Os pisiforme und der Sehne des M. ulnaris externus liegende 16 Mm. lange, 13 Mm. breite und 7 Mm. dicke Geschwulst (8). Mit der dann weiter laufenden Vene vereinigte sich, während sie an dem vordern Rande der unter Nr. 7 beschriebenen Geschwulst vorbeiging, eine 7 Mm. lange Vene, die aus der grossen Geschwulst (7) kam. Die durch den Zusammenfluss dieser beiden gebildete Vene verband sich dann, wie schon erwähnt, mit der andern mit der unter Nr. 7 beschriebenen Geschwulst in Verbindung stehenden Vene. Die hierdurch entstandene Vene floss wiederum mit der ebenfalls schon beschriebenen radialwärts von der schon im Leben diagnosticirten Geschwulst vorbeilaufenden Vene zur Vena basilica zusammen, die sich dann in die oben erwähnten beiden Schenkel theilte, so dass die Vena basilica im Ganzen aus drei Wurzeln ihren Ursprung nahm.

9) An der hintern Seite des M. abductor digiti minimi vor dem Ramus dorsalis nervi ulnaris lag an der ulnaren Seite des Os metacarpi quintum eine 26 Mm. lange, 16 Mm. breite und ebenso dicke Geschwulst, welche mit einer Vene zusammenhing, die an der vordern Seite der mit Nr. 7 bezeichneten Geschwulst vorbeilief.

10) Wenn man dann die Vena salvatella gegen ihren Verlauf weiter verfolgte, so fand sich zwischen dem vierten und fünften Os metacarpi auf dem M. interosseus dorsalis quartus eine kleine Geschwulst, deren Länge 7 Mm., Breite 6 Mm. und Dicke 2 Mm. betrug und zu der sich mehrere Venen des Ringfingers und kleinen Fingers vereinigten.

11) Dicht oberhalb des untern Endes des Os metacarpi quintum an der radialen Seite desselben zeigten sich ferner zwei kleinere Geschwülste, von denen die obere nur 3 Mm. im Durchmesser hatte; die andere dicht darunterliegende 8 Mm. lang, 7 Mm. breit und 3 Mm. dick war.

12) Ungefähr 2 Centim. weiter nach unten sah man an der radialen Seite auf der obern Hälfte der ersten Phalanx des kleinen Fingers eine 11 Mm. lange, 8 Mm. breite und 7 Mm. dicke Geschwulst.

13) Etwas unterhalb der zuletzt erwähnten fanden sich auf der Dorsalfläche der ersten Phalanx des Ringfingers drei Geschwülste. Von diesen war die unterste am ulnaren Rande des Knochens liegende 8 Mm. breit, 5 Mm. lang, und 4 Mm. dick. Die zweite, welche mehr nach oben und auf der Mitte des erwähnten Knochens erschien, besass eine Länge von 11 Mm., eine Breite von 9 Mm. und eine Dicke von 4 Mm. Die dritte

radialwärts von den beiden letzteren gelegene, war 10 Mm. lang, 7 Mm. breit und 3 Mm. dick.

14) Dann zeigte sich auf der dorsalen Seite des Os metacarpi quartum eine 20 Mm. lange, 10 Mm. breite und 4 Mm. dicke Geschwulst. Sie hing mit den Venen zusammen, die vom dritten und vierten Finger kamen, und es ging von ihr eine Vene aus, welche mit einem Aste der Vena salvatella sich verbindend ungefähr über die Mitte der Dorsalfläche der Hand zum Vorderarm lief. Auch wurde diese Geschwulst durch eine Vene mit der in gleicher Höhe liegenden unter Nr. 10 beschriebenen Geschwulst verbunden.

15) Radialwärts von dem letzten Tumor erschien dicht auf dem Os metacarpi tertium eine unregelmässige, glatte, 24 Mm. lange, 12 Mm. breite und 3 Mm. dicke Geschwulst.

16) Mehr nach der radialen Seite hin befand sich am untern Ende des Os metacarpi tertium eine 10 Mm. lange, 6 Mm. breite und 3 Mm. dicke Geschwulst, die mit einer Vene in Verbindung stand, welche quer über den Rücken der Hand zum radialen Rande des Vorderarms verlief, um hier mit der Vena cephalica zusammenzufliessen. Diese bot in ihrem Verlaufe nichts Bemerkenswerthes dar.

17) Endlich sah man am obern Ende des Os metacarpi indicis etwa 15 Mm. unterhalb des Lig. carpi dorsale eine 22 Mm. lange, 12 Mm. breite und 7 Mm. dicke Geschwulst, die ebenfalls mit der Vena cephalica in Verbindung stand.

Was die Arterien anlangt, die, wie oben erwähnt, injicirt waren, so bot der Verlauf der A. brachialis am Oberarm und ebenso der Artt. ulnaris und radialis am Vorderarm nichts Besonderes dar. Es war aber kein Arcus volaris superficialis vorhanden, sondern es entsprang die A. princeps pollicis et indicis 28 Mm. oberhalb des Lig. carpi volare von der radialen Seite der A. radialis, verlief an der radialen Seite des M. radialis internus, dann über diesen und in mehrfachen Krümmungen über den M. abductor pollicis brevis hinweg und theilte sich successive in die Aa. digitales volares pollicis radialis, ulnaris und indicis radialis. Der Verlauf und die Vertheilung der ziemlich starken A. radialis auf dem Handrücken war wie gewöhnlich.

Von der ulnaren Seite der A. ulnaris entsprang 56 Mm. über dem Os pisiforme eine kleine Arterie von 1 Mm. Dicke, welche an der Volarfläche des N. ulnaris unter den M. ulnaris internus hindurch zu der unter Nr. 5 beschriebenen Geschwulst gelangte und sich mit mehreren Aesten an derselben vertheilte.

Der anfangs 2 Mm. dicke Ramus dorsalis der A. ulnaris entstand 22 Mm. unterhalb der Abgangsstelle des zuletzt erwähnten Arterienastes, lief vor dem N. ulnaris vorbei, hinter dem M. ulnaris internus hindurch, kreuzte sich etwas nach oben und ulnarwärts vom Os pisiforme mit dem Ramus dorsalis nervi ulnaris und spaltete sich dicht hinter der letzten Kreuzungsstelle in der Mitte zwischen Os pisiforme und Processus styloideus ulnae in zwei Aeste. Von diesen ging der eine von $1^1/_2$ Mm. Dicke in schräg aufsteigender Richtung unter der an der vordern Seite der grossen Geschwulst (7) vorbeilaufenden Vene hindurch, dann an der Dorsalseite der mit Nr. 5 bezeichneten Geschwulst vorbei und gelangte nach einem geschlängelten Verlaufe, der in grader Linie gemessen 29 Mm. betrug, ungefähr 10 Mm. unterhalb der aus der vordern Seite der schon im Leben diagnosticirten Geschwulst (7) kommenden kurzen Vene, an den volaren Rand der eben erwähnten Geschwulst, um sich in dieselbe zu verbreiten. Der zweite Zweig des Ramus dorsalis der A. ulnaris, der noch etwas stärker war, als der erste, lief wieder über den Ramus dorsalis nervi ulnaris hinweg, ging dann in Begleitung des letztern an der vordern Seite der mit Nr. 8 bezeichneten Geschwulst zwischen dieser und dem Os pisiforme nebst den Ursprüngen des M. abductor digiti minimi vorbei und gab während des Vorbeilaufens einen kleinen Ast an die eben erwähnte Geschwulst ab. Sodann theilte der zweite Ast, während er an der radialen Seite und der Dorsalfläche der unter Nr. 9 beschriebenen Geschwulst vorbeilief, dieser gleichfalls einen kleinen Ast zu.

Der Ramus volaris der A. ulnaris gab zuerst den Ramus profundus, dann die A. digiti minimi volaris, darauf die A. digitalis volaris communis quarta ab und spaltetesich in der Mitte der Hohlhand in die Aa. digitales volares communes tertia und secunda.

Die Geschwülste am Handrücken, auch fünften, vierten und dritten Os metacarpi, die unter 11, 14, 15 beschrieben sind, erhielten kleine Aeste von den entsprechenden Aa. interosseae dorsales. Die an der ersten Phalanx des fünften und vierten Fingers gelegenen und mit Nr. 12 und 13 bezeichneten Geschwülste wurden von kleinen Aesten der Fingerarterien versorgt. Die Arterien, die an sämmtliche zuletzt erwähnte Geschwülste traten, hatten im Allgemeinen kaum eine Dicke von $^1/_2$ Mm.

Nachdem die Injectionsmasse erkaltet war, wurde die kleine Arterie, welche in die grosse Geschwulst (7) verlief, verfolgt

und dabei das Gewebe der letzteren auf Durchschnitten untersucht. Es zeigte sich, dass die immer feiner werdenden Arterien schliesslich in venöse Hohlräume einmündeten, welche fast alle mit rother Injectionsmasse gefüllt waren. Nur einzelne Hohlräume, die sich besonders an der Oberfläche der Geschwulst befanden, enthielten Blut. Dadurch bekam die Schnittfläche im Ganzen ein röthliches respective blaurothes Ansehen. Mikroskopisch untersucht bot das Gewebe die Beschaffenheit von cavernösen Geschwülsten dar. Es waren nämlich die Hohlräume durch feste Balken und Septa von einander getrennt, die grossentheils aus straffem faserigem Bindegewebe bestanden. In dem letzteren erschienen glatte Muskelfasern eingelagert, die an ihren glänzenden stäbchenförmigen Kernen sowie an ihrer Isolirbarkeit durch 20procentige Salpetersäure leicht erkannt werden konnten. Die innere Oberfläche der Hohlräume war von Venenepithel ausgekleidet, dessen Zellen jedoch meistens abgestossen waren.

Es bietet dieser Fall das interessante Verhalten, dass die cavernösen Blutgeschwülste, welche theils mit längeren, theils mit kürzeren Stielen der Wand der grösseren Hautvenen anhingen, ihr Blut aus einer sehr ausgesprochenen arteriellen Gefässverzweigung erhielten.

Bei der nachfolgenden literarischen Uebersicht kam es mir nur auf die Beobachtungen über Verbindung der cavernösen Geschwülste mit Arterien und Venen an.

Der erste genauer untersuchte Fall wird von Cruveilhier erzählt (Essai sur l'anatomie pathologique en general par Jean Cruveilhier. Paris 1816. Tome II. pag. 132). Er bezeichnet die cavernösen als erectile Geschwülste, deren Gewebe dem der Corpora cavernosa penis analog ist. Sie verursachen dem Kranken ein Gefühl von Pulsation, das isochronisch mit dem Herzschlag ist und lassen sich durch Druck comprimiren. Dieselben werden von einer fibrösen Membran umgeben, die zahlreiche Fortsätze ins Innere schickt. Diese umgrenzen Hohlräume, in welchen, wie man zuerst glauben sollte, das Blut enthalten wäre, aber wenn man vorsichtig die Arterien injicirt, so sieht man ein unentwirrbares Gefässnetz ohne irgend einen Erguss und die Injectionsmasse füllt die Geschwulst an und kömmt durch die Venen zurück.

Cruveilhier erzählt nach dieser allgemeinen Beschreibung einen Fall, der von Dupuytren genauer untersucht ist (p. 134). Diese Geschwulst sass an der rechten Seite des Kopfes unter der gesunden Haut. Sie schien aus drei Theilen zu bestehen, von denen der obere ziemlich fest sich anfühlte, der mittlere

Fluctuation zeigte und der untere Ausdehnung und Verkleinerung isochronisch mit der Systole und Diastole des Herzens darbot. Bei einigen Punctionen floss arterielles Blut und bei einem andern Einstich nur schwarzes Blut aus. Als der Kranke in Folge dieser Operationen gestorben war, machte Dupuytren die Injection in die rechte A. carotis, wonach sich schnell die Hohlräume des Tumors anfüllten und die Injectionsmasse durch die V. jugularis zurückkam. In Folge einer Injection in die Venen wurde eine Anzahl sehr beträchtlicher Venen an der Oberfläche und in der Nachbarschaft der Geschwulst sichtbar. — Die Untersuchung der Geschwulst ergab, dass dieselbe aus zwei verschiedenen Theilen bestand. Der eine zeigte theils ein röthliches Gewebe, ähnlich dem Muskelgewebe, besonders aber ein fibrös zelliges, welches von einer grossen Quantität seröser Flüssigkeit infiltrirt war und durch welches Venen von sehr beträchtlichem Umfange, aber verhältnissmässig viel kleinere Arterien liefen, theils ein röthlicheres und gefässreicheres Gewebe, in dem man grosse Hohlräume fand, welche verschiedene während des Lebens beobachtete Hämorrhagien bewirkt hatten. Der zweite Theil, der nur ein Anhängsel des ersten war, besass eine Oeffnung, wodurch eine Blutung während des Lebens stattgefunden hatte. Es war eine Cyste, deren Höhle von vertikalen und horizontalen Strängen durchsetzt war, wodurch die Masse ein zelliges Ansehen erhielt; diese Räume waren mit seröser Flüssigkeit und mit Gewebstrümmern erfüllt.

Obgleich es nicht zu leugnen ist, dass durch mehrere während des Lebens gemachte Punctionen das Resultat der Untersuchung getrübt ist, so ist doch wohl nicht zu zweifeln, dass sowohl Arterien als Venen mit den Hohlräumen der Geschwulst in Communication standen.

Cruveilhier (Anatomie pathologique du corps humain XXXIII. 4) beschreibt noch einen zweiten Fall, wo sich 12 nussgrosse Geschwülste am Schädel und mehrere an der Schulter, am Knie etc. befanden. Dieselben waren weich, liessen sich comprimiren, pulsirten deutlich und gaben, wenn man das Ohr darauf legte, ein Blasegeräusch zu erkennen. Sie waren von einer fibrösen Membran umgeben, von deren innerer Wand sich kreuzende Fäden entstanden, welche die Geschwulst zusammensetzten. Hierdurch wurden Höhlungen von ungleicher Capacität, die mit Blut gefüllt waren, gebildet, der Zusammenhang mit dem Venensystem wird nicht erwähnt. Die Pulsation der Geschwülste beweist indessen, dass dieselben mit dem arteriellen Systeme zusammenhingen.

Lobstein bestätigt im Wesentlichen nur das, was Cruveilhier angiebt (Lehrbuch der pathol. Anat. von Lobstein, übersetzt von Neurohr. Stuttgart 1834. Band II. S. 279). Er sagt nämlich, dass die erectilen Geschwülste wie die Substanz des Mutterkuchens durchaus von Blutgefässen, die tausendfach unter einander verschlungen sind, gebildet werden, weich, umschrieben, elastisch und comprimirbar sind und zuweilen wahrnehmbare Pulsationen oder ein arterielles Zittern zu erkennen geben. Die Venen in der Nachbarschaft sind varikös ausgedehnt.

Hasse (Anatomische Beschreibung der Circulations- und Respirationsorgane. Leipzig 1841. S. 128) bemerkt, dass bei den sogenannten erectilen Geschwülsten erweiterte Arterienästchen unmittelbar in sackförmig oder fächerig ausgedehnte Venenwurzeln übergehen, aus denen zahlreiche kleine Venen entspringen, welche sich allmälig wieder zu ähnlichen Zellen erweitern und endlich in normale oder variköse Venen sich fortsetzen. Hierdurch entsteht ein Gewebe, das aus vielfach verbundenen und mit einander communicirenden Gefässen gebildet wird.

Schuh hat eine cavernöse Geschwulst aus den Weichtheilen exstirpirt, die mit dem arteriellen Systeme in Verbindung stand und behauptet, dass die cavernösen Geschwülste im Knochen öfter mit Arterien als mit Venen communiciren (Pathologie und Therapie der Pseudoplasmen. Wien 1854. S. 167).

Virchow (Archiv für pathologische Anatomie, Physiologie und klinische Medicin Band VI. S. 529) hat die cavernösen Geschwülste der Leber, wo dieselben am häufigsten vorkommen, genauer untersucht. Es wurde in den Hohlräumen derselben gewöhnlich flüssiges Blut, zuweilen aber auch Faserstoffgerinnsel gefunden. Virchow hat nur kleinere Gefässe wirklich in das Innere der Geschwülste treten gesehen, konnte aber bei einer irgendwie grösseren Geschwulst bald grosse, bald wenigstens noch ziemlich starke Gefässe in die Kapsel, die jene umgab, verfolgen. Virchow injicirte in einem Falle, wo sich 8 cavernöse Geschwülste an der Oberfläche der Leber und zwar grösstentheils an der rechten Seite derselben befanden, zuerst rothgefärbte Masse in den rechten Ast der A. hepatica. Hierdurch kamen schnell grosse Gefässnetze an der Oberfläche des rechten und des zunächst anstossenden Theils des linken Lappens zum Vorschein und die in dieser Gegend gelegenen Geschwülste schwollen gleichfalls bald an und zeigten auf ihrer Oberfläche injicirte Gefässe. Alsdann wurde eine

blaue Masse in die Pfortader eingespritzt, welche gleichfalls leicht vordrang und sowohl in die schon von der Leberarterie ausgefüllten Knoten als auch in die noch freien des linken Leberlappens gelangte. Obgleich so die äussere Betrachtung schon deutlich zeigte, dass die Geschwülste sowohl mit der Leberarterie als auch mit der Pfortader in Verbindung standen, so wurden nach Erkaltung der Injectionsmasse die Tumoren noch auf Durchschnitten untersucht. In dem umfangreichsten Knoten, der am untern Rande des rechten Lappens lag, waren die meisten Maschenräume von der A. hepatica aus gefüllt. Nur einzelne Theile, die mehr im Innern gelegen waren, zeigten sich von der Pfortader aus injicirt. Auf der Oberfläche der Geschwulst fanden sich Netze von Arterien und unterhalb dieser solche von Venen, welche beide sehr geschlängelt und erweitert waren. In einer andern Geschwulst hatten sich die rothe und die blaue Masse zum Theil durchdrungen. Da die Pfortader in der Rücksicht, auf welche es hier ankommt, auch zu den arteriellen Gefässen zu rechnen ist, so ist hier noch ein neuerdings von Frerichs beschriebener Fall zu erwähnen (Frerichs, Klinik der Leberkrankheiten, Band II. 1861. pag. 213, Atlas Tafel VI).

Frerichs fand nämlich, dass die betreffende cavernöse Geschwulst der Leber sich von der Pfortader aus injiciren liess. Von der Leberarterie aus drang die Injectionsmasse zwar in die Geschwulst ein; allein bei der Untersuchung feiner Schnitte erkannte man, dass sie nicht in die Hohlräume, sondern in die feinen Gefässe der Trabekeln eingetreten war, so wie in die Vasa vasorum der benachbarten Lebervenen.

Nach dieser kurzen Zusammenstellung von Fällen, in welchen eine Verbindung der cavernösen Geschwülste mit Arterien nachgewiesen ist, sollen noch einige erwähnt werden, wo sich nur eine Verbindung mit Venen fand.

Cruveilhier (Anatomie pathol. du corps hum. XXX, 5) erzählt einen Fall, in welchem sich sehr viele Tumoren am linken Arm befanden. Sie waren bläulich, weich und liessen sich zum Theil durch den Fingerdruck comprimiren. Die Geschwülste hatten sich an einigen Stellen in die Muskeln hinein entwickelt; so war besonders der M. biceps fast ganz in cavernöses Gewebe umgewandelt. Die Geschwülste wurden durch fibröse und muskulöse Stränge in viele Areolen getheilt, die alle mit einander communicirten und mit Blut gefüllt waren.

Rokitansky (Handbuch der pathologischen Anatomie Band 1. S. 276. Wien 1846) beschreibt die cavernösen Geschwülste als weiche, elastische, dunkelblaue Gebilde, die von

einer zelligen, der des cavernösen Gewebes einigermassen ähnlichen Structur sind. Die Zellenräume, die Blut enthalten, stehen unter einander in Verbindung und der Tumor lässt sich durch Druck nach der Schnittfläche vollständig entleeren. Die Geschwülste communiciren immer mit einer Vene und sind von dieser aus injicirbar, während eine in ihre Textur eingehende Arterie nicht nachzuweisen ist. In seinem Lehrbuche der pathologischen Anatomie Band I. 1855. pag. 206 hält Rokitansky an derselben Ansicht fest: „Die oben gedachte Communication mit Venen betrifft bald kleine, bald ansehnliche Gefässe, der Tumor sitzt auf diesen letzteren auf oder er umlagert dieselben, so dass sie ihn durchsetzen; sie ist eine consecutive und wird durch die Wucherung des Maschenwerkes in das Lumen des Blutgefässes herein hergestellt, das im Tumor enthaltene Blut ist somit Venenblut. Kleine in Entwicklung begriffene Tumoren sind nicht selten weiss, blutleer, d. h. sie sind jene Communication noch nicht eingegangen."

Esmarch (Archiv für patholog. Anatomie etc. von Virchow, Band VI. S. 34) beschreibt einen Fall, wo sich 54 cavernöse Geschwülste an der Hand und am Vorderarm zählen liessen. Dass diese Geschwülste mit Venen in Verbindung standen, konnte man durch das Gefühl und durch die Augen erkennen, Sie liessen sich durch Druck verkleinern und schwollen beim Anlegen einer Binde oberhalb derselben beträchtlich an. Sie waren erbsen- bis wallnussgross und besassen eine dunkelblaue Farbe. — Mehrere derselben wurden exstirpirt und dann genauer untersucht. Sie zeigten ein schwammiges grobmaschiges Gewebe, welches grosse Aehnlichkeit mit dem der Corpora cavernosa der Genitalien hatte. In den unregelmässigen Höhlen und Maschen fand sich flüssiges oder geronnenes Blut, einige derselben enthielten auch kugelrunde weisse Phlebolithen. Esmarch hat auch an den Wänden der Hohlräume Epithelialzellen gefunden und in den Bälkchen des Maschengewebes Bindegewebsfasern und glatte Muskelfasern nachgewiesen. Einige der Geschwülste, die meist von kleinerem Umfange waren, sassen an der Wandung von rabenfederdicken Venen an, und ihre Höhlung communicirte durch ein rundes glattgerändertes Loch mit dem Lumen der Vene, ohne dass diese in die Geschwulst zu verfolgen war. Auch fand er einmal die Venenwand siebförmig durchlöchert, bei andern sah er zwei diametral gegenüberliegende Venenöffnungen. Esmarch fand auf der Oberfläche der grösseren Geschwülste kleine Arterien, die nur ganz feine Aeste in das Parenchym selbst

hineinsendeten. Diese kleinen Arterien standen aber nicht mit den Hohlräumen in Communication, dienten also blos zur Ernährung der Wände. Esmarch hat bei einer Geschwulst von der einen Venenöffnung aus eine Injection gemacht, wodurch die Geschwulst prall ausgedehnt wurde und sich sämmtliche Hohlräume auf Durchschnitten angefüllt zeigten.

Nach der vorstehenden literarischen Uebersicht sind bei den cavernösen Geschwülsten zwei Fälle möglich in Bezug auf ihre Communication mit den Blutgefässen. Die Hohlräume communiciren entweder nur mit den Venen (Rokitansky, Esmarch) und etwa in die Geschwülste eintretende Arterien verzweigen sich in den fibrösen Septis oder sind als Vasa vasorum zu betrachten (Esmarch, Frerichs). In diesen Fällen ist Venenblut in den Hohlräumen enthalten. Oder die Lumina der Geschwülste communiciren mit den Arterien und den Venen. Dann tritt arterielles Blut in dieselben ein und gelangt in die Venen, ohne ein Capillarsystem durchsetzt zu haben. Die Unterscheidung der beiden Arten kann am Lebenden durch etwa wahrnehmbare Pulsationen, an der Leiche nur durch Injectionen ermöglicht werden. Obgleich in dem oben mitgetheilten Falle im Leben keine Pulsation vorhanden gewesen war, so lieferte dennoch die anatomische Untersuchung die unzweifelhaften Nachweisungen für die doppelte Communication, indem Injectionen sowohl von den Venen als auch von den Arterien aus in die Geschwülste gelungen sind. Es ist diese Thatsache von nicht geringer Wichtigkeit für die Theorie der Entstehung wie für die Physiologie der cavernösen Geschwülste. Denn sie schliesst die von Rokitansky vertretene Meinung aus, dass die Communication des von Hohlräumen durchsetzten Maschenwerkes mit den grösseren Venen erst secundär durch ein Hineinwachsen neugebildeter Massen in das Lumen der letzteren zu Stande komme. Falls die letztere Art der Entstehung nachgewiesen wäre, würde es gerechtfertigt sein, mit Esmarch eine besondere dritte Form dieser Geschwülste zu unterscheiden, die Esmarch als cavernösen Krebs zu bezeichnen geneigt ist. Aber auch für die oben angeführten Fälle, in denen keine Communication mit den Arterien aufgefunden wurde, ist die Annahme gestattet, dass sie nur deshalb zu fehlen schien, weil keine Injection von den Arterien aus gemacht worden war. Wo letztere sorgfältig ausgeführt werden kann, wird sich vermuthlich herausstellen, dass die cavernösen Geschwülste stets mit Venen und Arterien communiciren und folglich mit Recht als Wiederholungen des normalen cavernösen Gewebes aufzufassen

sind. Schliesslich ist hervorzuheben, dass das gleichzeitige Vorkommen eines kolossalen Enchondroms an einer Schulter und der geschilderten zahlreichen cavernösen Geschwülste am Vorderarm der andern Seite als rein zufällig zu betrachten ist. Jedenfalls liess sich in allen Umständen des Falles kein Moment auffinden, welches auf einen Causalzusammenhang hätte hindeuten können.

Erklärung der beigefügten Abbildung.

Die Grösse der Abbildung beträgt zwei Drittel der natürlichen Grösse, sie stellt eine Profilansicht der Dorsalfläche des rechten Vorderarms von der Ulnarseite gesehen dar, so dass der Daumen nicht mehr sichtbar ist.

Die Muskeln sind mit den Anfangsbuchstaben bezeichnet, so:

M. ulnaris externus = U. e.

M. extensor digiti minimi = E. d. m.

M. extensor digitorum communis = E. d. c

Mm. radialis externus long. et brev. = R. e. l. u. R. e. b.

M. extensor pollicis longus = E. p. l.

M. extensor poll. brevis = E. p. b.

M. abductor pollicis longus = A. p. l.

Der M. extensor digiti minimi ist etwas ulnarwärts gezogen.

Ebenso sind die Hauptvenen, die Vena basilica, cephalica und salvatella mit den Abkürzungen bas. ceph. und salv. bezeichnet.

Der Ramus dorsalis nervi ulnaris ist durch d. n. u. angedeutet.

Den Geschwülsten sind die Zahlen beigesetzt, unter denen sie oben beschrieben sind. Die unter Nr. 1 und 4 aufgeführten konnten aber nicht zur Ansicht kommen, weil sie auf der Volarfläche des Vorderarms gelegen waren, und von Nr. 5 ist, da sie zum grössten Theil von Nr. 7 bedeckt ist, nur wenig sichtbar.

Die Geschwulst Nr. 7 erhielt einen kleinen Ast vom Ramus dorsalis der A. ulnaris, der mit d. u. 1. und die Geschwülste 8 und 9 bekamen jede einen Zweig von dem andern Aste desselben Ramus dorsalis, welcher mit d. u. 2. bezeichnet ist. Ferner erhalten die Geschwülste Nr. 11. 12. 13. 14. 15 kleine geschlängelte Arterien, die durch ein weisses Lumen hervorgehoben sind. Die auf dem Lig. carpi dorsale abgeschnittene Vene gelangte auf ihrem spätern Verlaufe zur Vena cephalica.

Untersuchung der Retinazapfen und des Riechhautepithels bei einem Hingerichteten.

Von

Dr. **H. Welcker** in Halle.

I. Zapfen der Retina.

Versuche, welche ich vor einer Reihe von Jahren über die Grenzen der Sichtbarkeit kleiner Gegenstände für das freie Auge angestellt habe und welche die Fähigkeit des Erkennens ganz überraschend kleiner Objecte, resp. ihrer gegenseitigen Abstände, ergaben *), erregten in mir den lebhaften Wunsch, die menschliche Netzhaut in möglichst frischem, unverändertem Zustande auf die Grösse ihrer feinsten empfindenden Elemente zu prüfen. Dieser Wunsch wurde neuerdings noch gesteigert, theils durch die widersprechenden Angaben, welche in der Folge über die Durchmesser der Netzhautelemente bekannt wurden, vorzüglich aber durch Mittheilungen, welche Herr Professor Volkmann mir über interessante und umfassende Untersuchungen zu machen die Güte hatte, welche derselbe in den letzten Jahren über das Erkennungsvermögen der Netzhaut und verwandte Gegenstände angestellt hat.

Mein Wunsch bezüglich der Netzhautelemente ist vor wenig Tagen in Erfüllung gegangen. Die hier mitzutheilenden Messungen wurden innerhalb der ersten Stunde nach Eintritt des Todes ausgeführt, und es ist meines Wissens von keinem andern Forscher die menschliche Netzhaut so frühzeitig auf die beregten Durchmesserverhältnisse geprüft worden. Ich schicke

*) Vorgetragen im Jahre 1854 in einer der Februarsitzungen der oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Giessen.

der Mittheilung meiner Messungsresultate eine kurze Uebersicht der Angaben voraus, welche über die Grössenverhältnisse der uns interessirenden Gebilde vorliegen.

Die älteren Angaben, nach welchen die Zapfen, auf welche es uns hier allein ankommt, eine Breite von 0,0020 — 0,0030‴ (0,0045 — 0,0068 Mm.) besitzen sollten, wurden zuerst von H. Müller, in seinem berühmten Aufsatze über den Bau der Retina *), dahin modificirt, dass, wie er übereinstimmend mit Koelliker fand, der Durchmesser der Zapfen in wohlerhaltenem Zustande „nirgends viel über 0,004 — 0,006 Mm." betragen dürfte, während dieselben auf dem gelben Flecke „noch etwas dünner sind, etwa 0,004 Mm."

Eine ähnliche Mittheilung machte Bergmann **), welcher an einem in Chromsäure erhärteten Präparate, $^1/_2$ Linie von der Fovea centralis entfernt, die Zapfen etwa 0,0054 Mm. breit fand, mit der Vermuthung, dass die Zapfen der Fovea wohl noch feiner als die übrigen des gelben Fleckes sein dürften.

Für eine erheblich geringere Kleinheit der empfindenden Elemente hat sich M. Schultze ausgesprochen ***). Nach Messungen, welche derselbe an der erhärteten Netzhaut ausführte, bestätigte dieser Forscher für die Breite der Zapfen des gelben Fleckes die von Koelliker und H. Müller gemachten Angaben (0,0040 — 0,0054 Mm.), während er „in der Fovea centralis gleichmässig nur Elemente von 0,002 — 0,0025 Mm. Querschnitt an der Basis" fand. Zu diesen an der erhärteten Retina des Menschen gemachten Bestimmungen fügt Schultze Beobachtungen hinzu, welche er an dem frischen Auge eines Affen (Macacus cynomolgus) anstellte. Hier zeigten die Zapfen der Fovea centralis an ihren Basalenden eine Breite von 0,0028 Mm.; an den der Choroidea zugewendeten Enden eine Breite von 0,0023 Mm. Schultze spricht die Vermuthung aus, dass die Ziffer 0,0028, da die Elemente der erhärteten Retina in der Dicke ein wenig einschrumpfen, wohl auch für den lebenden Menschen passen dürfte.

In einer neuesten Mittheilung hat H. Müller †) seine früheren Maassangaben der Retinazapfen, sofern sie die Fovea centralis betreffen, zurückgenommen und eine Ziffer mitgetheilt, welche mit der Schultze'schen nahe übereinstimmt. Die Stelle lautet: „Nach dem, was ich an Flächenansichten frischer wie erhärteter Präparate, sowie an Schnitten gesehen habe, halte ich es für sicher, dass gegen die Mitte des gelben Fleckes die Zapfen 0,003 Mm. an Dicke nicht überschreiten, wohl aber noch etwas dünner vorkommen."

Am 16. Juli d. Jahres früh 6 Uhr fand zu Halle die Enthauptung eines 64jährigen, noch kräftigen Mannes Statt; 10 Minuten später traf die Leiche im Secirsaale des anatomischen Institutes ein. Ich exstirpirte sofort den rechten Bulbus des noch vollständig warmen Kopfes. Die hintere Hälfte des halbirten Auges liess durch Glaskörper und Retina hindurch die Choroidea in tief rothbrauner Farbe sehr vollkommen

*) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 8, pag. 49.

**) Diese Zeitschr., III. Reihe, Bd. II, pag. 97.

***) Reichert's Arch., Jahrg. 1861, pag. 784.

†) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschr. II. Bd., pag. 219.

durchscheinen, während die Stelle der im höchsten Grade transparenten Macula lutea sich in Form eines schwarzbraunen Punktes von 0.9 bis 1,1 Mm. Durchmesser, dessen Contour — die Fovea centralis — die allertiefste Färbung trug, zu erkennen gab *). Injection der Vena centralis retinae sehr vollkommen. Von einer „Plica centralis“ keine Spur. Ich brachte nun ein rundliches, 3 bis 4 Linien breites Stück der Netzhaut, welches so ausgeschnitten wurde, dass die Mitte desselben möglichst genau der Macula lutea entsprach, vorsichtig auf den Objectträger. Das Präparat wurde sofort mit Humor aqueus benetzt und mit einem dünnen Deckgläschen bedeckt, welches an seinen Kanten mit Kitträndern versehen war, so dass die Retina von dem Deckgläschen nicht gedrückt werden konnte.

Legte man dieses Präparat auf ein weisses Papier, so sah man die Macula lutea als einen deutlich blass citronengelben Fleck dessen Grösse, da die Färbung nach aussen hin ganz allmälig verblasst, schwer anzugeben ist. Doch dürfte eine Stelle von 3 — 4 Mm. Durchmesser mit Bestimmtheit gelb zu nennen sein. Die Stelle der Fovea centralis war unter dem Mikroskope, ja für das freie Auge, sofort deutlich erkennbar. Hielt man nämlich das Präparat gegen das Licht, so zeigte sich die Mitte der Macula lutea höchst durchscheinend, und es nahm diese Pellucidität nach aussen hin — und zwar nach allen Seiten hin ziemlich gleichmässig — ab, so dass man sofort, auch ohne mikroskopische Untersuchung, auf einen zarten mikroskopischen Bau geschlossen haben würde, welcher rings um ein Centrum in ganz unmerklichen Uebergängen sich abändert **).

Ich schritt nun sofort zu den Messungen. Dieselben geschahen mittelst Oc. II, Syst. III eines vorzüglichen Mikroskopes, dessen Linsen mir Kellner aus vielen ausgewählt hatte. Ueber die Justirung und Zuverlässigkeit des angewendeten Ocularmikrometers habe ich mich in einer Abhandlung,

---

*) Ich meine mich zu erinnern, in colorirten Darstellungen des Augenhintergrundes, die mir augenblicklich nicht zur Hand sind, die Macula lutea auf dem dunkeln Hintergrunde gelb aufgetragen gefunden zu haben. Dergleichen entspricht der Wirklichkeit nicht entfernt, da bei Betrachtung der Theile in situ die optische Stelle eine Macula nigra ist.

**) Das Bild erinnert ganz auffallend an den Anblick, welchen Präparate der Fischmikropylen (z. B. von Forelleneiern) gewähren, wenn man solche gegen das Licht hält; nur ist bei der Retina der Unterschied zwischen Centrum und Umgebung weniger grell.

welche ich für diese Zeitschrift soeben vorbereite*), näher ausgesprochen, so dass ich mich hier auf die einfache Versicherung beschränke, dass die mit ihm gemessenen „Zehntausendel Millimeter“ diesem Werthe in der That genau entsprechen. Ich mass nun die Breite der Basis von 10 Zapfen der Fovea centralis; dieselbe beträgt, in Abtheilungen des Ocularmikrometers ausgedrückt:

2,0
1,8
2,1
1,8
2,1
1,9
2,0
1,8
2,0
1,9

Mittel 1,94.

Eine Abtheilung des Mikrometers entspricht 0,001724 Mm., und es beträgt mithin die mittlere Breite eines Zapfens 0,0033 Mm. (0,0031 bis 0,0036).

Auch einige Stäbchen innerhalb der Macula lutea habe ich gemessen; die Breite beträgt:

1,1
0,9
1,0
1,2
1,0
0,9

Mittel 1,02 d. i. 0,00175 Mm.

Diese Messungen waren vollendet, noch ehe die erste Stunde nach der Hinrichtung ablief. Wenige Stunden später (4 Stunden nach dem Tode und $3^1/_4$ Stunden nach Anfertigung des Präparates) hatte die Netzhaut sich bereits sehr wesentlich verändert; Zapfen und Stäbchen würden für Messungen kaum noch brauchbar gewesen sein.

Die hier gefundene Breite der Centralzapfen stimmt mit der Schultze-Müller'schen Ziffer (0,0025—0.0030 Mm.) allerdings sehr nahe. Mit vollem Rechte indess haben mehrere Autoren, und namentlich auch H. Müller, hervorge-

*) Grösse, Zahl, Volum und Oberfläche der Blutkörperchen bei Menschen und bei Thieren.

hoben, dass, wenn irgendwo in dem Gebiete der Histologie, gerade bezüglich der Netzhautelemente eine Genauigkeit der Messung bis zur vierten Decimale höchst wünschenswerth sei. Sollte ich darum auf die Frage eingehen dürfen, ob die Ziffer 0,0025 — 0,0030, oder die von mir gefundene: 0,0033, den Vorzug verdiene, so glaube ich einerseits, dass möglicherweise beiderlei Angaben richtig sein könnten, indem individuelle Schwankungen von jener Breite recht wohl denkbar sind. Andererseits indess dürfte in Anschlag kommen, dass die Messungen Schultze's, was das menschliche Auge anlangt, nicht frische, sondern gehärtete Präparate betrafen, während die Untersuchung der frischen Retina sich auf den Affen bezieht. In Betreff der Müller'schen Messungen hebe ich hervor, dass bezüglich der Tarirung seiner Messapparate von Müller selbst Angaben gemacht werden *), welche eine Genauigkeit bis in die vierte Decimale schwerlich erwarten lassen Die Controlirung eines mikroskopischen Messapparates mittelst eines Oberhäuser'schen oder Plössl'schen Objectivmikrometers ist nichts weniger als zuverlässig; 0,36 Mm. Oberhäuser's zeigten, wie ich bei einer früheren Gelegenheit mitgetheilt habe, genau dieselbe Grösse, wie 0,34 Mm. Plössl's **). Seine neueren Messungen hat Müller mittelst einer Immersionslinse ausgeführt, für welche ein Theilstrich des Ocularmikrometers = 0,0013 Mm. angegeben war, nach näherer Prüfung aber „eher 0,0014 als 0,0013" betragen habe. Ich halte Messungen mittelst Immersionslinsen, wenn nicht besondere Rücksichten getroffen sind, für sehr bedenklich, und es dürfte, je beliebter diese Linsen mit Recht von Tag zu Tag werden, eine Bemerkung in dieser Hinsicht wohl am Orte sein.

Bekanntlich besitzen die Immersionslinsen behufs der genaueren Adjustirung für verschiedenartige Beschaffenheiten der Objecte und namentlich für die verschiedenen Dicken der Deckgläschen, eine Schraubenvorrichtung, welche ihre Linsen in verschiedene Stellungen bringt, hiermit aber, was bei Messungen nicht übersehen werden darf, die Vergrösserung des Objectives abändert. Diese Objective mithin, welche kein festes Maass der Vergrösserung haben, besitzen auch keine constante Beziehung zum Ocularmikrometer. Es ist auf diese Verhältnisse meines Wissens bis jetzt nirgends aufmerksam gemacht worden, und ich erlaube

*) a. a. O. pag. 219.

**) Ganz ähnliche Angaben liegen von Harting vor (Das Mikroskop, deutsch von Theile, pag. 503 und folgde).

mir darum, an dem Beispiel des der hiesigen Anatomie gehörigen vortrefflichen Hartnack'schen Mikroskopes Nr. 4714 nachzuweisen, wie die hier in Betracht kommenden Dinge sich etwa gestalten. Laut Angabe des dem Mikroskope beigegebenen „Rapport" soll eine Abtheilung des Ocularmikrometers bei Immersionssystem Nr. 10 = 0,00133 Mm. bedeuten (man bemerke, dass dies ganz dieselbe Ziffer ist, wie bei dem Objective H. Müller's). Nach einer von mir vorgenommenen Prüfung bedeutet eine Abtheilung aber 0,00137 bis 0,00159 Mm. und alles, was dazwischen liegt; 0,00137 nämlich, wenn das Objectiv behufs Anwendung dickerer Deckgläschen verkürzt und die Vergrösserung hierdurch gesteigert ist; 0,00159, wenn das Umgekehrte geschah*).

Will man hiernach die Immersionslinsen für Messungen benutzen, was bei schwierigen Objecten allerdings grosse Vortheile bietet, so muss hier jede einzelne Schraubung der Immersionslinse, mithin jedesmal, wenn man Messungen ausgeführt hat, die Bedeutung des Ocularmikrometers durch Unterschieben eines normalen Objectivmikrometers speciell ermittelt werden. Denn auf die beiden Endstellungen der Immersionslinse, für welche das Ocularmikrometer allerdings ein für allemal bestimmt werden kann, wird man sich nicht beschränken wollen, es hiesse dies den übrigen Werth und die Besonderheit der Immersionslinse wegwerfen.

II. Epithel der Riechschleimhaut.

Da die von Ecker***) und Schultze**) gemachte Angabe, dass die Regio olfactoria des Menschen, ganz ähnlich, wie dies für die Säugethiere durch die Beobachtungen von Todd-Bowman und Koelliker bekannt ist, des Flimmerepithels entbehre, meines Wissens bis jetzt eine Experimentalprüfung nicht gefunden hat, so ergriff ich gern die mir sich bietende

---

*) Für Oc. II, Syst. 10 giebt Hartnack kurzweg eine Vergrösserung von „560" an (9'' Sehweite). Ich finde dieselbe (für 8'' bestimmt) 440fach bei Langschraubung, 530fach bei Kurzschraubung des Objectivs; die Vergrösserung variirt mithin je nach der Verschraubung des Objectivs in dem Verhältniss von 17 : 20.

**) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. VIII, pag. 303.

***) Abth. d. naturf. Gesellsch. z. Halle Bd. VII, 1, pag. 71.

Gelegenheit, die von den erstgenannten Forschern mitgetheilte Entdeckung zu bestätigen. Ich war indessen erstaunt, überall in der Regio olfactoria das reichlichste und in lebhaftester Thätigkeit stehende Flimmerepithel zu finden. Schultze bemerkt, dass an gewissen mehr abwärts gelegenen Stellen der menschlichen Nasenschleimhaut, welche man seither zur Regio olfactoria mitzurechnen pflegte, Flimmerepithel allerdings vorkomme, wirft aber die Frage auf, ob der Begriff der Regio olfactoria nicht auf die obersten, der Lamina cribrosa zunächst gelegenen flimmerlosen Partien zu beschränken sei. Aber so eng ich im Sinne Schultze's die Grenzen der Riechstelle zu ziehen strebte und so genau ich mich an die von Ecker gegebene Zeichnung des Locus luteus *) hielt: überall Flimmerepithel.

Eine Angabe, dass die Schleimhaut der menschlichen Nasenhöhle, im Gegensatz zu dem bei den Säugethieren Beobachteten „überall, auch in der Regio olfactoria" flimmere, liegt bereits vor von Seiten der Herren Gegenbaur, Leydig und H. Müller **); aber diese Angabe behauptet einfach die Anwesenheit des Flimmerns, ohne nähere Bezeichnung der auf das Flimmern untersuchten Stellen, und sie eben ist es, welche durch die späteren Mittheilungen Schultze's und Ecker's eine Correctur erfahren hat.

Ich halte es für geeignet, das bei meiner Untersuchung geführte Protocoll mitzutheilen.

Linker Nasengang. 7 h. 15. ($1^1/_4$ Stunde nach dem Tode). Gelbe Färbung der Regio olfactoria in sehr geringem Grade ausgesprochen.

1. Ein Weniges von der Schleimhautoberfläche des unteren Randes der oberen Muschel***), mit humor aqueus untersucht, flimmert lebhaft.

2. Vom obersten Abschnitte der oberen Muschel, $9^1/_2$ Mm. oberhalb des freien Randes derselben (ganz entschieden im Locus luteus Ecker's — vrgl. dessen Abbildung): an allen Stellen des Präparates Flimmerbewegung, so dass bei jeder beliebigen Schiebung des Gläschens die Erscheinung gesehen wird. Es zeigen sich theils isolirte Flimmerzellen in lebhafter Thätigkeit, theils Reihen von Zellen, die in ihrer gegenseitigen Verbindung geblieben und auf der Seite liegend, lange Flimmersäume bilden.

3. Tapezirung der Lamina cribrosa, flimmert lebhaft.

4. Von der Lamina cribrosa aus 1‴ weit auf das knöcherne Septum. Das ganze Präparat besitzt, wie dies auch Herr Dr. Schweigger-Seidel,

---

*) a. a. O., Taf. XIII, Fig. 1 und 2.

**) Bericht über einige an der Leiche eines Enthaupteten angestellte Beobachtungen; in Verhandlungen der phys.-med. Gesellsch. in Würzburg, Band V, pag 17.

***) Diese Stelle liegt nach Ecker's Zeichnung, Fig. 2, *a*, allerdings nur an der Grenze des Locus luteus.

welcher meiner Untersuchung beiwohnte, bezeugt, allwärts lebhafte Flimmerbewegung.

5. Von der Lamina cribrosa aus abwärts, 1‴ weit auf den obersten Theil der oberen Muschel: überall lebhaftes Flimmern. Hr. Dr. Schweigger-Seidel sowie Herr Stud. med. Kaehler beachteten die Stelle, von welcher das Präparat entnommen wurde und überzeugten sich von dem Flimmern desselben.

6. Vom hinteren Theile des Septum, innerhalb des der Lam. cribrosa zunächst gelegenen Theiles etwa 1 bis 2‴ von der Lam. cribr. entfernt (genau innerhalb des Loc. lut. der Ecker'schen Abbildung). Es war zu diesem Präparate statt Humor aqueus ausnahmsweise destillirtes Wasser zugesetzt worden. Die Flimmerbewegung ruht, aber allenthalben sieht man in der Profillage einzelne und reihenweise aneinandergeheftete Flimmerzellen. Bei einer aus etwa 7 bis 8 Zellen gebildeten Gruppe wurde die Länge der Cilien gemessen; sie beträgt 0,008 bis 0,010 Mm.

Rechte Seite der Nase (11 Uhr; 5 Stunden nach dem Tode). Auch hier ist von einer irgend auffälligen oder charakteristisch begrenzten Färbung der Regio olfactoria nichts zu erkennen.

7. Vom hinteren Theile der Nasenscheidewand, 1,5‴ von der Lam. cribrosa. Lebhaftes Flimmern.

8. Obere Muschel, vom mittleren und oberen Theile derselben. Ebenso.

9. Vom hinteren, oberen Theile der oberen Muschel. Das Präparat flimmert allwärts.

Mehrere identisch lautende Befunde habe ich hier nicht aufgenommen. Ein negatives Resultat hatte ich nicht ein einziges Mal; in jeder der Reg. olfactoria entnommenen Probe zeigten sich flimmernde Epithelien. Ob etwa einzelne nicht flimmernde Epithelzellen in den der Reg. olfactoria entnommenen Präparaten verborgen geblieben? Ich habe keinen Grund, dies anzunehmen. Der Vorrath der flimmernden Zellen war überall so gross, wie man dies nur bei exquisitem Flimmerepithel findet; einzelne Zellen aber, die des Flimmerns zu entbehren schienen, hatten eine solche Lage und sonstige Beschaffenheit, dass ihnen der Besitz der Cilien darum nicht abzusprechen war. —

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass Präparate, welche ich der mittleren und zumal der unteren Muschel entnahm, viel weniger reich an Flimmerepithel schienen, als die der Regio olfactoria entnommenen Proben.

Wie nun lässt sich der hier mitgetheilte Befund mit den von Schultze und Ecker gemachten Angaben vereinigen? Da Schultze seine Beobachtungen nicht an ganz frischen Leichen, sondern wie er ausdrücklich bemerkt, 48—60 Stunden nach dem Tode ausführte, so wäre es schon denkbar, dass trotz der Erhaltung der Flimmerbewegung an vielen Stellen der Nasenschleimhaut dieser Leichen, doch an einzelnen und

gerade an den hier in Frage kommenden Stellen die Bewegung ins Stocken gerathen oder die Cilien verloren gegangen. Ein anderer Ausweg liegt in der Möglichkeit, dass auch hier individuelle Verschiedenheiten statt finden könnten. Ich erinnere in dieser Beziehung an den beachtenswerthen Umstand, dass bei der von mir ganz frisch untersuchten Leiche die gelbe Färbung der Riechstelle in so geringem Grade hervortrat, während in den Fällen von Schultze und Ecker eine deutlich gelbe und gut begrenzte Pigmentirung der fraglichen Partien niemals fehlte. Sehr bedenklich wäre indess die Annahme: dass bei dem einen Individuum die Riechzellen zwischen wimperlosen, stark pigmentirten, bei anderen zwischen wimpertragenden, pigmentlosen Epithelien ihre Einpflanzung finden sollten. Wenn aber Ecker in einer früheren Mittheilung*) angiebt, dass bei dem Menschen auch die Regio olfactoria Flimmerepithel trage, wenn Gegenbaur, Müller und Leydig dieselbe Angabe machten, so bleibt es immerhin zweifelhaft, ob die Wimperlosigkeit in diesen Fällen nur darum nicht bestätigt wurde, weil der rechte Fleck, die Regio olfactoria im engeren, Schultze-Ecker'schen Sinne, nicht getroffen wurde, oder ob nicht vielleicht ganz wie in meinem Falle Cilien allwärts vorhanden waren.

Halle, 26. Juli 1863.

---

*) Bericht über die Verhandl. d. ges. Naturw. zu Freiburg i. B. 1854, Nr. 12. (Ich habe diese Stelle nicht im Original nachsehen können.)

Ueber eine allgemeine Terminologie der Windungen des grossen Gehirns beim Menschen.

Von

Rudolph Wagner.

Da die Classification und Bezeichnung der Windungen des grossen Gehirns, welche ich in meinen „Vorstudien zu einer wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des menschlichen Gehirns als Seelenorgan“ I. und II. Abhandlung, Göttingen 1860 u. 1862. 4to. angenommen habe, vielfachen Beifall gefunden hat, dieselbe bereits nicht blos in elementären Lehrbüchern der Anatomie, sondern auch in populären anthropologischen Schriften in Anwendung kommt, so stelle ich hier ein vollständiges Schema auf, wie ich dasselbe bei meinen Vorträgen über Anatomie, Physiologie und Pathologie des Gehirns zu Grunde zu legen pflege. Ich habe dasselbe hier nicht blos, wie in meinem angeführten grösseren, mit sorgfältigen Abbildungen begleiteten Werke auf die äussere convexe Oberfläche beschränkt, sondern auch auf die innere und untere Fläche des grossen Gehirns ausgedehnt. Ich wünschte angelegentlich, des allgemeinen Verständnisses halber, dass man auch meine gewählten Buchstaben annehme und fortan die Windungen stets auf Tafeln so bezeichne. Ich setze voraus, dass meine obige Schrift den Anatomen zur Hand ist, so dass ich in nachstehender Tabelle nur diejenigen Windungen etwas genauer schildere, welche in den „Vorstudien“ nicht abgebildet sind.

Spalten.

C. Centralspalte (Rolando'sche Spalte).
D. Occipitalspalte.
S. Sylvische Spalte.
S′ vordere } Verlängerung der Sylvischen
S″ hintere } Spalte.
E. Parallelspalte.

Windungen.

A. Vordere } Centralwindung.
B. Hintere }

a^1 erste
a^2 zweite } Frontalwindung.
a^3 dritte

b^1 erste
b^2 zweite } Parietalwindung.
b^3 dritte

c^1 erste
c^2 zweite
c^3 dritte } Temporalwindung.
c^4 vierte
c^5 fünfte

d^1 erste
d^2 zweite
d^3 dritte } Occipitalwindung.
d^4 vierte

---

b^1 = Vorzwickel, Praecuneus.

b^3 = Scheitelhöckerwindung, gyrus s. lobulus tuberis.

c^4 liegt nach unten auf der Basis des Schläfe- (Temporal-) Lappens.

c^5 = Pferdefuss-Windung, gyrus hippocampi, welche hinten mit dem Zwingenwulst, gyrus cinguli, zusammenfliesst.

d^1 = Zwickel, Cuneus.

d^4. So bezeichne ich eine Gruppe von 2—3 Windungen, welche unter dem Zwickel d^1 auf der oberen Fläche des kleinen Gehirns aufliegen und die man Unterzwickel, subcuneus, nennen könnte. Sie stossen nach hinten an d^3, nach aussen an c^3 und c^4 und gehen nach vorne unmittelbar in c^5 (gyrus hippocampi) gestreckt über, wo sie von den unteren Windungen des Vorzwickels bedeckt werden, von diesen durch die fissura occipitalis getrennt sind und hier zugleich mit dem gyrus fornicatus s. cinguli zusammenstossen.

e′ gerade Windung.
f¹ erste
f² zweite } Orbital-Windung.
f³ dritte
g. Gewölbe-Windung.
h. Kurze Insel-Windungen.
i. Lange Insel-Windung.

---

e′ Gyrus rectus, nach innen vom Nervus olfactorius.
Zwischen e′ und f¹ liegt die Furche für den N. olfactorius.

f¹—f³ liegen auf der Orbita auf und bilden die untere Fläche des Stirnlappens.
Auf f² der zweiten oder mittleren Orbital-Windung liegt die gekreuzte Furche, sulcus cruciatus Rolando.

g. Bildet unten und innen als ihren Höcker oder Haken das Hakenganglion (Uncus), hängt mit dem Ammonshorn zusammen, liegt nach aussen vom Sehstreifen, verdeckt diesen zum Theil und gehört vorzugsweise dem Parietallappen an.

h. Die gyri breves, welche senkrecht den Stammlappen nach aussen und oben bedecken und auf

i. dem gyrus longus insulae aufsitzen.

Ueber den Zusammenhang der verzweigten Kanäle Henle's mit den gewundenen Schläuchen der Nierenrinde.

Von

Zawarykin und **C. Ludwig.**

(Aus einer brieflichen Mittheilung des letztern an Henle.)

Als ich noch voll von den merkwürdigen Thatsachen, die ich an den Nierenpräparaten in Göttingen gesehen, nach Hause zurückgekehrt war, unternahm ich sogleich mit Dr. Zawarykin aus Petersburg eine neue Untersuchung der Niere. Nachdem wir uns vergeblich bemüht hatten, mit den bisher gebräuchlichen Methoden, das, was noch hypothetisch geblieben war, zur Thatsache zu erheben, wendeten wir unsere Thätigkeit auf die Aufsuchung neuer Zergliederungsweisen der Niere. Es ist uns gelungen, zwei Verfahrungsarten auszumitteln, welche zu dem gewünschten Ziele führen.

Die erste besteht darin, dass wir durch die Blutgefässe bei einem Druck von 150—200 Mm. Hg. eine bei 50° C. flüssige Mischung aus Terpentinöl und Wachs hindurchschickten, und zwar so lange, bis die Mischung, welche sehr leicht durch die Wand der Gefässknäuel in die Harnkanälchen filtrirt, aus dem Ureter in stetigem Strom abfliesst. Ist dieses geschehen, so unterbinden wir den Ureter und lassen durch die Arterie dem Wachsgemisch einen blau gefärbten

Leim so lange folgen, bis aus der Vene nicht mehr die geringste Menge von Wachs ausgespült wird. Diese Injectionen sind, wenn sie sorgfältig ausgeführt werden, sehr reinlich; alle an den Epithelien erkennbaren Harnkanäle sind mit Wachs, alle Gefässe aber mit blauem Leim gefüllt.

Die zweite Methode besteht darin, dass wir die Niere vier bis sechs Stunden in 90procentigem Alkohol kochen, dem wir 0,5 bis 0,75 Procent rauchende Salzsäure zugesetzt haben. Diese Flüssigkeit löst das Bindegewebe und die kleineren Gefässe vollständig auf, während sie die structurlose Wand und das Epithelium der Harnkanälchen vollkommen unberührt lässt. Die Präparate zerfallen daher, nachdem man sie aus dem sauren Alkohol genommen und mehrere Tage in Wasser gelegt hat, sehr leicht, und durch sanftes Bewegen im Wasser erhält man auf diese Weise sehr lange Stücke von Harnkanälchen; niemals aber ist man im Stande, ein Harnkanälchen von seinem Ursprung bis zu seinem Ende vollkommen blosszulegen. Dieses Zerklüftungsmittel haben wir nun entweder auf frische Nieren angewendet oder auf solche, deren Venen bis zu dem Capillarenende und deren Harnkanälchen bis zu den Schleifen und darüber vom Ureter aus injicirt waren. Die Harnkanälchen wurden kalt mit einer nicht allzu concentrirten wässerigen Lösung von Berlinerblau, und unter einem niedern Druck, der 24 Stunden hindurch wirkte, ausgefüllt. Das Berlinerblau wird durch den in den Harnkanälchen noch vorhandenen Harn niedergeschlagen und haftet sehr fest.

Auf feinen Durchschnitten und an zerklüfteten Stückchen haben wir gesehen, dass die Kapseln endständig auf den Grenzkanälchen sitzen und dass die Höhlungen beider Gebilde durch eine Verengerung in einander übergehen. Alle gewundenen Harnkanälchen, die wir weit genug verfolgen konnten, gehen alsdann in die von Dir beobachteten Verengerungen über, wobei sie ihr Epithelium ändern; nachdem dieses geschehen, bilden viele und jedenfalls alle die, deren Verengerung in das Mark hineinragt, eine Schleife, und von da ab vereinigen sich mehrere derselben zu weiteren Röhren. Diese Vereinigung geht in der Rinde und namentlich auf den sogenannten Pyramidalfortsätzen derselben vor sich. Die reichlichste Vereinigung findet namentlich an den äussersten, dem Umfang der Niere zunächst gelegenen Theilen der Rinde statt. Die Röhren, welche durch den Zusammenfluss der feinen Kanälchen gebildet sind, tragen abermals ein anderes Epithelium; sie laufen zuerst leicht geschlängelt, dann gestreckt bis in die

Nähe der Papillen, wo sie sich auf die von Dir beschriebene Weise mit den nächstgelegenen vereinigen und sich auf der Papillenspitze in den Kelch öffnen.

Verfolgt man die Kanälchen von den Papillen in das Mark, so drückt sich das oben Gesagte folgendermassen aus:

Ein Rohr, das sich in eine Papillenmündung öffnete, zerfällt, nachdem es kaum in das Mark eingetreten, in mehrere Hauptstämme. Jeder der Hauptstämme, die unter einem grösseren Winkel auseinandertreten, zerfällt nach kurzem Verlauf abermals in zwei Aeste und jeder Ast wiederum in zwei u. s. f. Nachdem diese Theilung eines Hauptstammes in 4, 6, 8 Aeste geschehen ist, tritt jeder der letzteren unverzweigt in die Rinde, jedoch so, dass die zu einander gehörigen Aeste sich nicht weit von einander entfernen. In der Rinde aber beginnt eine neue Verästelung, die jedoch einen ganz andern Charakter trägt. Während die Aeste des Markes steif und immer in der geraden Linie fortlaufen, biegen die der Rinde alsbald nach ihrer Abzweigung um und wenden sich nach dem Mark zurück. Ist die Umbiegung, deren Convexität nach dem Nierenumfang gerichtet, geschehen, so gehen alsogleich aus ihnen zahlreiche, oft sehr feine Canäle hervor, welche zum grossen Theil gestreckt in das Mark zurücklaufen und dort den Raum ausfüllen, welcher zwischen den Stämmen der ausführenden Harnkanäle auch nach Auflösung aller Blutgefässe übrig bleibt.

Nachdem die feinen Canäle in der Richtung zur Papille hin mehr oder weniger weit gelaufen sind, biegen sie abermals um und gehen nun wieder zur Rinde zurück, wo sie sich zum grossen Theil gleich an der Grenze der letzteren erweitern und dann als gewundene Schläuche bis zu den Kapseln verlaufen. Die zerklüftbaren Nieren lassen sich dem entsprechend in pyramidale Läppchen zerlegen, von denen jedes aus eng verflochtenen Canälen besteht, die schliesslich durch einen Hauptstamm auf der Papille münden.

Der eben hergestellte Verlauf kann, wie schon erwähnt, allerdings nicht an einem einzelnen ausgeschälten Canälchen verfolgt werden; nichtsdestoweniger ist er als bewiesen zu betrachten, weil erstens der Canal in jedem Fall bis zu den charakteristischen Stellen herausgelöst werden kann. Also die Hauptstämme mit ihren Aesten bis zu den Verzweigungen in der Rinde, dann die Aeste des Markes bis zu den feinen Verzweigungen in der Rinde und durch den absteigenden Schenkel bis zur Schlinge und darüber hinaus; ferner von der Schlinge bis zu den gewundenen Canälen der Rinde; und

endlich die letztern von dem aufsteigenden Schlingenschenkel bis zur Kapsel. — Zweitens die Wachsinjection lässt sich in alle durch Besonderheiten der Epithelien und Durchmesser ausgezeichneten Harnkanalstücke von der Kapsel bis zur Papillenmündung verfolgen, wobei, was sehr zu beachten, das Wachs an keinen Ort über die Grenze der Canälchenwand hinausgetreten ist, also namentlich niemals in den Zwischenräumen zwischen den Canälchen gefunden wird.

Die neue Abtheilung von Canälchen, welche Dein Scharfblick in der unzählige Male untersuchten Niere entdeckt hat, unterscheiden sich nach dem Baue der Wandung, dem Durchmesser und dem Verlaufe ihrer Lichtungen so auffallend von den bisher bekannten Canalstücken, dass sie unzweifelhaft auch auf eine von ihnen abweichende Art in die Bereitung des Harns eingreifen. Darum bleibt die Behauptung aufrecht, dass die Niere ausser den bekannten, noch eine neue Gattung von Canälchen besitze, wenn dieselben sich auch statt, wie Du wolltest, gesondert zu münden, zwischen die gewundenen Schläuche und die Sammelröhren einschieben.

Eine ausführliche Abhandlung werden demnächst die Sitzungsberichte unserer Akademie bringen.

Wien, am 6. August 1863.

Die Lymphwurzeln in der Niere des Säugethieres.

Eine vorläufige Mittheilung.

Von

C. Ludwig und **Th. Zawarykin.**

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften am 12. März 1863.) *)

Die Nachrichten, welche in den anatomischen Werken über die Saugadern der Niere verzeichnet sind, beschränken sich darauf, dass aus der Kapsel und dem Hilus dieses Organes Stämme und Stämmchen hervorgehen. Wir sind im Stande diese Angaben wesentlich zu erweitern, indem wir nicht allein die Wurzeln jener Gefässe, sondern auch den Zusammenhang dieser mit jenen nachweisen können.

Die Saugadern beginnen in der Niere aus dem von Bowmann, Goodsir, Henle u. A. beschriebenen Bindestoff,

---

*) Von den Verff. zum Abdruck mitgetheilt.

d. h. aus den Räumen, welche überall, in Mark und Rinde, zwischen Blut- und Harngefässen liegen. Diese Räume lassen sich unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln nicht allein von den gröberen Lymphgefässen der Nieren injiciren, sondern sie sind auch jedesmal und zwar in demselben Maasse ausgedehnt, in welchem die grösseren Stämme mit Lymphe erfüllt sind, wenn an der lebenden Niere eine ödematöse Anschwellung erzeugt wurde.

In die Wurzelräume der Nierenlymphe sind die Harn- und Blutgefässe gerade so eingebettet, wie dies in den gleichnamigen Räumen des Hodens mit den Samen- und Blutgefässen der Fall ist. Ein Unterschied besteht nur insofern, als die durch die Lymphlücken streichenden Fibrillenzüge des Bindegewebes, in der Niere namentlich aber an der Rinde viel feinere und spärlichere als im Hoden sind.

Auch die Ueberführung der Lymphe aus den Wurzeln in die Stämmchen geschieht an der Niere ähnlich wie am Hoden; dies lässt sich namentlich leicht für die Lymphgefässe nachweisen, welche in der Kapsel ihren Ursprung nehmen. Auch hier sind die Platten und Fasern des Bindegewebes als Hülfsmittel benutzt, um in mannichfachen Uebergangsformen die feinsten Spalten in geschlossene Gefässbahnen überzuleiten. Der Unterschied, welchen in dieser Beziehung die Kapsel des Hodens und der Niere darbietet, scheint vorzugsweise in der geringeren Dicke des Ueberzuges der letzteren begründet zu sein.

Da das Lymphwerk der Niere in Folge von Stauungen im Abflusse des Harnes und Blutes unter beträchtlicher Vergrösserung der ganzen Niere bedeutend anschwillt, und da sich in solchen Fällen auch die primitiven Lymphräume mit Blut- und Lymphkörperchen, mit Fett und Pigment anfüllen können, so ist begreiflich den pathologischen Anatomen das Lückensystem nicht entgangen, welches wir nach unseren Versuchen und Injectionen als die Lymphwurzeln erkennen mussten. So gibt unter Anderen A. Beer in seiner Monographie über die Bindesubstanz der menschlichen Niere, Berlin 1859, Abbildungen jener Lücken, die mit den oben genannten Stoffen gefüllt. Davon, dass sie mit den Lymphgefässen in Verbindung stehen, ist jedoch in der genannten Schrift nicht die Rede.

Wenn wir ausführlicher über den vorliegenden Gegenstand berichten, werden wir uns auch über die Beziehungen dieses dritten Flüssigkeitsstromes in der Niere zu den durch die Harn- und Blutgefässe gehenden verbreiten.

Druckfehler.

Seite 17 Zeile 26 von oben lies „Nro.“ statt „Novbr.“

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren, sowie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser.

Von

Dr. **W. Waldeyer,**

Assistenten am physiologischen Institut der Universität Königsberg i. Pr.

(Hierzu Taf. VIII—XII.)

Die nachstehend veröffentlichten Untersuchungen gingen aus der Absicht hervor, einen Vergleich zwischen den Nervenfasern niederer Thiere und denen der Vertebraten anzustellen. Ich berücksichtigte vorzugsweise den Theil der Nervenprimitivröhre, welcher allgemein als Axencylinder bekannt ist, und suchte dessen Analoga überall aufzufinden. Ich wurde dabei auf die Frage nach dem Ursprunge und nach dem Endverhalten des Cylinder axis geführt, und sonach zerfällt diese Arbeit in drei Abschnitte, von denen der erste eine Revision der bis jetzt über den Axencylinder geäusserten Ansichten enthält und eine genauere Darstellung der Nervenfasern niederer Thiere, so wie der sogenannten sympathischen Fasern der Vertebraten zu geben versucht. Der zweitte Theil beschäftigt sich mit dem Ursprunge, der dritte mit dem Endverhalten des Axencylinders. Im letzten Theile habe ich mich auf die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz beschränkt; die Resultate dieser Untersuchung sind bereits kurz im Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, Berlin 1863, Nr. 24, veröffentlicht worden.

Absichtlich vermeide ich es, eine sogenannte literarische Einleitung zu geben. Specialangaben sind gehörigen Orts, so weit es mir bei der kargen Ausstattung unserer Universitätsbibliothek in diesem Gebiete möglich war, überall angezogen worden. Für den ersten Theil verweise ich in Betreff der geschichtlichen Notizen auf Henle's allgemeine Anatomie, Kölliker's mikroskopische Anatomie und die Specialarbeit von Stilling: „Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzellen," Frankf. a. M. 1857, welche einen möglichst vollständigen historischen Abriss enthält.

I.

Ueber den Bau und die Eigenschaften des Axencylinders im Allgemeinen. Vergleichung der cerebrospinalen Fasern der Vertebraten mit den Nervenfasern der Evertebraten.

Es ist nicht meine Absicht, hier zu Anfang gleich etwaigen Zweifeln, die noch neuerdings gegen die Existenz einer selbstständigen centralen Faser innerhalb der cerebrospinalen Nervenröhren der Vertebraten laut geworden sind, ausführlich zu begegnen. Nach den allseitigen Bestätigungen, namentlich den ausführlichen Untersuchungen Kölliker's, bedarf es einer solchen Apologie nicht. Ausserdem werden sich im Verlaufe der Arbeit Anhaltspunkte genug ergeben, welche darthun, dass innerhalb der Nervenprimitivröhre, umgeben von Schwann'scher Scheide und der Markhülle, unzweifelhaft ein centraler Strang existirt, der das allein Wesentliche, das eigentlich „Nervöse", möchte ich sagen, der ganzen Faser darstellt. Der verbreitetste Name für diese Centralfaser ist „Axencylinder"; obgleich der ursprünglich von Remak vorgeschlagene „Primitivband" der Form des Gebildes besser entspricht. Die in den neuern Lehrbüchern gegebenen Beschreibungen genügen vollkommen für die allgemeine Kenntnissnahme, und ich beschränke mich daher hier hauptsächlich auf die Erörterung der noch schwebenden Controverspunkte.

a. Verbreitung des Axencylinders.

Mit Ausnahme der Petromyzonten unter den Cyclostomen, denen Kölliker noch die Leptocardier zufügt, kommt der Cylinder axis die ganze Wirbelthierreihe hindurch überall in der bekannten Weise vor. Ausnahmen sind nur die Fasern des Nerv. olfactorius und die sogenannten gelatinösen oder Remak'schen Fasern des Sympathicus.

b. Die Form des Axencylinders ist durchweg die eines platten Bandes, von den kolossalen Müller'schen Fasern im Rückenmark von Petromyzon an, bis zu den feinsten Axencylindern der peripheren Nerven hinab. Den Angaben von runden Axencylindern kann ich nicht beipflichten: überall, wo ich denselben in hinreichender Ausdehnung frisch zu Gesicht bekam, erschien er abgeplattet. Quellend machende Flüssigkeiten: verdünnte Essigsäure, die Schultze'schen schwachen Chromsäurelösungen lassen das noch deutlicher wahrnehmen, und dürfen insofern als beweiskräftig angesprochen werden, als der Axencylinder, wie wir weiter unten zu erörtern haben, ein durchaus homogenes Gebilde ist. — Auf Querschnitten lässt sich die Form nicht studiren, da dieselbe in der erhärtenden Flüssigkeit immer verändert wird. Uebrigens erscheint auf guten Querschnitten der Cyl. axis meist in einer Richtung comprimirt, sehr häufig ausgekehlt, wie ein türkischer Halbmond.

Druck durchs Deckgläschen habe ich bei diesen Untersuchungen sorgfältig zu vermeiden gesucht, indem ich stets mich überzeugte, dass der zu untersuchende Axencylinder frei unter dem Deckglase sich bewegen konnte. Ansichten, bei denen der Axencylinder halb auf der schmalen Kante liegt, oder spiralig gedreht erscheint, sind hier am lehrreichsten.

c. Physikalisches Verhalten.

Die Consistenz des Axencylinders möchte ich am liebsten mit dem Worte „festweich" bezeichnen. Nach den Erfahrungen an frischen Fasern ist die Consistenz dieselbe, wie beim Protoplasma einer Ganglienzelle. Das geht schon aus dem Umstande hervor, dass frisch die Isolation nicht so leicht gelingt und der Axencylinder fast immer mit dem zähflüssigen Marke in der Scheide gleichmässig zerreisst. Als flüssiges Gebilde, das etwa erst durch einen Gerinnungsact eine bestimmte Form erhielte, kann er aber durchaus nicht angesprochen werden. Dagegen zeugen, abgesehen von der sich immer gleichbleibenden Form und Grösse eines auf noch so lange Strecken isolirten Axencylinders, vorzüglich folgende Thatsachen: 1) Vor allem der Umstand, den ich ausführlicher bei der Besprechung des Axencylinderursprungs erörtern werde, dass derselbe nachweisbar in manchen Fällen sich aus einer Anzahl feinster Fäden zusammensetzt, die alle zu einem soliden, weiterhin nicht mehr zerfaserbaren Gebilde zusammenstossen. Diese feinsten Fäden in den Centralorganen müssen doch von derselben Beschaffenheit sein, wie ihr späteres Ver-

einigungsband, der Axencylinder, und sie sind es auch im physikalischen und chemischen Verhalten, so weit ich die Sache untersuchen konnte. Für beiderlei Gebilde müsste man einen flüssigen Aggregatzustand gleichzeitig annehmen, was jedoch unstatthaft ist, wenn man bedenkt, dass etwaige feine Scheiden um diese Ursprungsfibrillen des Axencylinders nicht existiren, sondern erst allmälig hinzukommen. Man kann hier auch auf das Verhalten der Nerven bei Wirbellosen verweisen, deren feine Fibrillen, wie sich aus der ganzen folgenden Untersuchung ergeben wird, dem Axencylinder gleichwerthig sind. Sie zeigen dieselben Eigenschaften, wie der genuine Axencylinder; der Rückschluss, dass dieser dann auch denselben Aggregatzustand habe, wird wohl erlaubt sein. Die Fibrillen der Wirbellosen sind aber entschieden im festen Zustande präexistirende Gebilde. Wir haben zwar im Blutfibrin eine flüssige Substanz, die in kurzer Zeit durch Gerinnung in eine aus feinsten Fasern bestehende Masse umgewandelt wird. Indessen muss man nur einmal die regelmässige Anordnung, die stets gleiche Dicke der Nervenfibrillen beobachtet haben, um den Gedanken an ein ähnliches Verhalten sofort aufzugeben. Unvereinbar bleibt es schliesslich mit der Annahme vom flüssigen Aggregatzustand des Axencylinders, dass derselbe darstellbar ist in solchen Flüssigkeiten, welche bekanntermassen den auf andere Weise erhaltenen Axencylinder wieder lösen. Legt man den Schenkelnerven eines Frosches frei und umgibt ihn am noch lebenden Thier mit verdünnter Kali- oder Natronlauge, schneidet unter diesen Flüssigkeiten ein Stückchen aus und zerzupft es auf dem Objectträger, so gelingt es nichtsdestoweniger, fast in jedem Präparat einige Axencylinder streckenweise frei darzustellen, obgleich sich dieselben nach einiger Zeit in diesen Flüssigkeiten auflösen.

Bemerkenswerth ist die Elasticität und Dehnbarkeit des Axencylinders. Dieselbe wird durch die Behandlung mit leicht erhärtenden Mitteln bedeutend erhöht (verdünnte Chromsäure-Lösungen (0.03—0,06 %, Sublimat-Lösungen von 0,03—0,05 %). Am besten überzeugt man sich von der grossen Elasticität, wenn man isolirte Axencylinder unter dem Deckglas, wo sie frei beweglich sein müssen, mit leichtem Druck der Präparirnadel in schwingende Bewegungen versetzt. Es gelingt dabei nicht leicht einen Axencylinder abzubrechen. Axencylinder liegen 3—4 mal aufgerollt, ohne bei Anwendung von Druck zu reissen. Empfehlenswerth ist in dieser Beziehung auch das Studium der feinen Axencylinder im Gehirn. Ein Stück grauer Gehirnsubstanz von der Grenze der weissen,

wird unter dem Deckglase gelinde gequetscht, dabei entstehen in dem platten Stücke an mehreren Stellen Risse, in welchen sich die Axencylinder oft bis zur grössten Feinheit ausspannen. Mit Nachlass des Drucks kehren sie ziemlich rasch fast ganz zu ihrer frühern Länge zurück, ohne eingebogen zu werden.

Die optischen Verhältnisse anlangend, so erscheint der frische Axencylinder von beinahe homogenem, schwach hellgrauem Aussehen. Nur die stärksten Vergrösserungen, etwa von 600 an, zeigen eine äusserst feine Körnung. Ich sehe hierbei ganz ab von einer etwa zackigen Beschaffenheit der Ränder, die stellenweise vorkommt, und die ich entweder für Artefacta in Folge der Präparation, oder für die Folge von anhängenden Markpartikelchen halte. Die Untersuchung im polarisirten Lichte zeigte in Uebereinstimmung mit andern Beobachtern stets einfaches Brechungsvermögen.

d. Feinere Structur.

Die Hauptfrage, die ich mir zu beantworten suchte, war die, ob der durchweg so homogen erscheinende Axencylinder in der That keine feineren Structurverhältnisse erkennen lasse. Namentlich musste darauf Rücksicht genommen werden, ob der Axencylinder etwa aus feinen Fibrillen bestehe, eine Ansicht, die, so alt wie die eigentliche Entdeckung des Axencylinders durch Remak selbst, in der neuesten Zeit wieder in den Vordergrund getreten ist. Remak äussert sich darüber an mehreren Orten und stellt diese Ansicht öfter als wohlbegründete Hypothese auf: z. B. Froriep's Notizen 13. Bd. 1837. Nr. 47. pag. 36. Anm. „Das Primitivband stellt sich „bei den verschiedensten Vergrösserungen und Beobachtungen „meistens so dar, als wäre es aus sehr feinen, soliden Fasern „zusammengesetzt, die in ihrem Verlaufe zuweilen zu kleinen „Knötchen anschwellen."

In ähnlicher Weise äussert sich Joh. Müller an mehreren Stellen: z. B. im Jahresbericht pro 1836 bei Gelegenheit der Besprechung der Schwann'schen Untersuchungen über Nervenendigungen. — In neuerer Zeit haben besonders M. Schultze*) und Georg Walter**) sich dieser Ansicht zugeneigt. Kölliker in der 4ten Auflage seiner Gewebelehre hält ebenfalls diese Frage einer weitern Untersuchung werth. —

---

*) Bau der Geruchsschleimhaut. Aus dem 7ten Bande der Abhandlungen der naturforsch. Ges. zu Halle. 1862. pag. 65 u. 66. Anm.

**) Ueber den feinern Bau des Bulbus olfactorius. Virchow's Archiv Bd. 22.

Wenn in der ganzen Reihe der Wirbellosen die peripherischen Nerven aus feinsten Fibrillen bestehen, wenn der Axencylinder vom Centrum her sich aus feinsten Fasern zusammensetzt, wenn an der Peripherie häufige Theilungen fast an jedem Nerven zu den sichersten Ergebnissen gehören: so hat die Ansicht viel Verlockendes. Ich habe sehr viele Mühe darauf verwendet, im Verlaufe eines Axencylinders eine Parallelfaserung nachzuweisen; es ist mir aber nie gelungen. Ich untersuchte die grossen Müller'schen Fasern von Petromyzon und die feinsten Axencylinder aus dem Gehirn, — ich untersuchte nach wochenlang fortgesetzten Macerationen in Essigsäuremischungen, Chromsäurelösungen von 0,01 — 0.06 % an, in Sublimatlösung von 0,03, welche so sehr leicht die Zerfaserung bei Wirbellosen ermöglicht. Ich behandelte Monate lang mit Chloroform und dann mit Essigsäure, um durch die starke Schrumpfung und darauf folgende plötzliche Quellung zum Ziele zu gelangen, ich behandelte Nerven längere Zeit mit concentrirter Oxalsäure und verschiedenen Concentrationen von Barytwasser, mit kaustischen Alkalien, Salpetersäure und chlorsaurem Kali: Alles ohne den gehofften Erfolg. Nach diesen vielen vergeblichen Versuchen ein positives Resultat zu erhalten, stehe ich nicht an, das negative um so sicherer zu behaupten. Was hier für den Axencylinder ausgesagt wurde, gilt auch für die starken Fortsätze der Ganglienzellen; sie ramificiren sich aufs feinste, zerfallen aber niemals in Parallelfibrillen.

Den noch weiter gehenden bekannten Angaben von Stilling *) und Jacubowitsch **) kann ich ebenfalls mich nicht anschliessen. Stilling's Auseinandersetzungen habe ich mit genauer Berücksichtigung seiner Präparationsmethoden aufs Neue geprüft, nachdem bereits Reissner, Lister, Turner, Henle, Kölliker u. A. sich dagegen ausgesprochen haben. Man erhält allerdings mitunter Bilder, ähnlich den von Stilling abgebildeten, sieht jedoch sogleich ein, dass sie nur Artefacte in Folge der Erhärtung in den starken Chromsäurelösungen sein können. (Stilling geht durch allmälige Concentration der Lösungen für stärkere Markstücke bis zum Verhältniss von 1 Unze Cr. auf 1 Pfund Wasser. Cf.

---

*) Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle. Frankf. a. M. 1857. — und Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859. pag. 701 ff.

**) Mittheilungen über den feinern Bau des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857.

a. a. O. pag. 1033.) Sehr auffallend muss es schon erscheinen, dass nur die mit solchen Lösungen gehärteten Nerven derartige Präparate liefern, und dass man mit so concentrirter Chromsäuresolution an fast jedem Gewebe des thierischen Körpers Elementarröhrchen demonstriren kann.

Hannover's *) und Remak's **) Angaben, dass der Axencylinder eine Röhre (Schlauch, Primitivschlauch) sei, haben sich mir ebenfalls nicht bestätigt. Querschnitte, die man quellen lässt, Ansichten von halb auf der Kante liegenden Axencylindern, das fetzige, eigenthümliche Abreissen und Zerfasern des Axencylinders, wie es von Hartmann ***) ganz richtig abgebildet wird, sprechen dagegen. Ausserdem verweise ich wieder auf die Art des Ursprungs und auf die Endtheilung.

Nach allem diesen fasse ich meine Ansicht dahin zusammen, dass der Axencylinder der gewöhnlichen cerebrospinalen Fasern der meisten Wirbelthiere ein homogenes Gebilde sei, das mit unseren bisherigen Hülfsmitteln keine feineren Structurverhältnisse erkennen lässt.

e. Verhalten gegen Farbstoffe.

In neuerer Zeit sind mehrere Angaben über das Verhalten des Axencylinders zu färbenden Substanzen bekannt gemacht worden, welche einen neuen Anhaltspunkt für weitere Structurverhältnisse geben könnten. Namentlich ist das carminsaure Ammoniak dazu benutzt worden, und sind damit von Gerlach, Stilling, Mauthner, Stieda u. A. verschiedene Resultate erzielt. Nach meinen mit verschiedenen Farbstoffen angestellten zahlreichen Beobachtungen muss ich vorerst bemerken, dass ich eine auf Verhalten gegen die bisher gebrauchten Farbstoffe gegründete Diagnose zwischen verschiedenen Nervenzellen oder Nervenfasern (Mauthner) für eine der unsichersten halte, die es gibt. Man vergleiche hierüber Stieda: Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von Esox lucius. Dorpat 1861, pag. 6. — Hier sind so viele Zufälligkeiten im Spiele, dass man die verschiedensten Präparate manchmal lange hintereinander gleich, dann wieder höchst ungleich gefärbt sieht. Ich mache nur auf einen Punkt aufmerksam, der mir wiederholt

---

*) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1842. pag. 28.

**) Müller's Archiv. 1854.

***) Die Endigungsweise der Gehörnerven im Labyrinth der Knochenfische. Reichert und Du-Bois Reymond's Archiv. 1862. pag. 508 ff.

aufgefallen ist. Für Carminfärbungen, denen ich die Anilinverbindungen (vergl. weiter unten) anreihe, kommt es sehr darauf an, ob der zu untersuchende Gegenstand dieselbe Reaction besitzt. Ein wenig mehr Säure oder Alkali ändert oft schon wesentlich den Farbenton, wenigstens des mikroskopischen Bildes. Nur das eine kann ich für sicher erklären, was bereits Gerlach angibt: Zellenkern und Kernkörper färben sich im Allgemeinen tiefer als das Protoplasma. Speciell den Cyl. axis anlangend, so muss ich hier Stilling*) Recht geben, der denselben sich am stärksten von den Bestandtheilen einer Nervenfaser färben lässt. Wenigstens ist dies richtig für carminsaures Ammoniak und Anilin-roth und -violett. Niemals gelang es mir, bei beiden Farbstoffen ein verschiedenes Verhalten einzelner Partien des Axencylinders nachzuweisen, wie es Mauthner**) darstellt, so dass ein innerer Cylinder sich tiefer färben soll, als die Peripherie. Dasselbe gilt für die Fortsätze der Nervenzellen. Gefärbt wird der Cyl. axis auch in den Farbstoffen der Alkanna-Wurzel, des Fernambuk- und Campecheholzes, wovon ich jedoch nur die erstere empfehlen will. Eine Auflösung des Farbstoffes derselben in Terpentinöl macht das Mark total erblassen, so dass man den rothinjicirten Axencylinder als homogenen centralen Faden in der Mitte der Scheide aufs schönste erkennt. Fernambuk und Campeche färben gleichzeitig die andern Partien zu stark; immerhin tritt aber auch durch sie der Cyl. axis deutlich hervor. Constante Verschiedenheiten in der Färbung sind auch hier nicht bemerkbar. Ich schliesse hier gleich das Verhalten der Nerven Wirbelloser so wie der feinen sympathischen Fibrillen zu Farbstoffen an. Alle diese Gebilde färben sich sowohl mit Carmin als mit Anilin aufs schönste roth, resp. violett. Ich besitze eine Menge Präparate von Nerven Wirbelloser, welche aufs intensivste gefärbt sind. Man vergleiche die Zeichnung von Lumbricus agricola. Scheiden etc. färben sich hier nur unbedeutend, so dass diese Mittel aufs beste zur Diagnose nervöser Partien benutzt werden können. Mir ist die Angabe Walter's ***), dass nur die Zellen, nicht deren Ausläufer bei Wirbellosen sich mit rothem Farbstoff imbibiren, sehr auffallend erschienen, wenn ich bedenke,

---

*) a. a. O. pag. 1039 ff.

**) Beiträge zur nähern Kenntniss der morphol. Elemente des Nervensystems. Wiener Akademieberichte, mathem.-naturwiss. Klasse. 1860.

***) Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863. 4. pag. 39. Anm.

mit welcher Leichtigkeit ich hier gefärbte Ausläufer sowohl, als auch gefärbte periphere Nervenfibrillen bekam.

f. Lage des Axencylinders in der Nervenfaser.

Mit Hülfe der Färbemethoden ist es nun leicht, die Lage des Axencylinders innerhalb der Nervenprimitivröhre zu beobachten. In wie weit ein nicht gerader, sondern spiralig gedrehter Verlauf im Innern der Nervenröhre zum Normalen gehört, will ich nicht entscheiden. Häufig sah ich dieses Verhalten auch unter Umständen, wo die Behandlung der Primitivfaser in keiner Weise den Schluss gestattete, es sei dasselbe etwa durch mechanische Einwirkungen hervorgebracht worden. Eine andere Abweichung, die nicht selten beobachtet wird, ist die excentrische Lage des Axencylinders. Dieselbe geht oft durch sehr lange Strecken der Primitivfaser hindurch, oft wechselt sie mit mehr oder weniger genau centrischen Lagen rasch ab. Durch Drehen und Verschieben der Faser habe ich mich auch hier überzeugt, dass nicht etwa in Folge äusserer Einwirkungen diese Lagerung entstanden war. Cf. Stilling a. a. O. pag. 707.

Der Verlauf des Axencylinders vom Centrum zur Peripherie ist natürlicher Weise ein getreuer Abdruck des Verlaufs der ganzen Faser mit all ihren Hüllen. Die peripherischen Theilungen des Axencylinders mit den Theilungen der ganzen Faser sind durch Czermák, Zeitschrift für wissensch. Zoolog. II. 1850, bekannt geworden. Um hier der Vollständigkeit halber ein allgemeines Bild des Verlaufs eines Axencylinders vom Centrum zur peripherischen Endigung zu geben, greife ich der Beschreibung des centralen Ursprungs etwas vor. Wo ich mit Sicherheit Ursprünge von Axencylindern beobachten konnte, fand ich immer, dass dieselben aus feinsten Fibrillen, die von den Zellenausläufern stammen, sich zusammensetzen. Eine so gleichsam zusammengeflossene Faser läuft dann ungetheilt und unverändert durch die ganze Länge des peripheren Nerven hindurch bis sie gegen das Ende hin sich wieder in mehrere Aeste theilt. Es wäre hier der Ort, die peripherischen Ganglienanhäufungen zu besprechen. Ich habe jedoch erst in der letzten Zeit hierüber Beobachtungen angestellt, und bin noch nicht zu sichern Resultaten gekommen, so dass ich diese Dinge einer gesonderten Mittheilung überweisen muss. Auch will ich nicht ohne Weiteres gegenüber den Zeugnissen bewährter Forscher den directen Uebergang eines ungetheilten Nervenzellenfortsatzes in eine Axenfaser für

alle Fälle in Abrede stellen. Abgesehen davon würde sich ein allgemeines Schema des Verlaufs eines cerebrospinalen Axencylinders darstellen, wie Fig. 12. A. Taf. IX. es widergibt.

g. Die grauen oder gelatinösen Fasern der Wirbelthiere.

Seit Remak sind bei den Vertebraten noch eine andere Klasse von Nervenfasern Gegenstand vielfacher Untersuchungen und Controversen geworden, ich meine die sogen. grauen oder gelatinösen Fasern, die sich im Gebiete des Sympathicus finden. Selbst Kölliker hat sich Schritt für Schritt, wie man durch die verschiedenen Auflagen seines Lehrbuches verfolgen kann, zu ihrer Anerkennung bequemen müssen. Schon gleich vom Entdecker sind die feinsten Elemente dieser Fasern an vielen Orten ganz richtig beschrieben worden, so z. B. in v. Ammon's Monatsschrift 8ter Bd. 1840 pag. 232. „Die sympathischen Fasern sind in ihrem Durchmesser oft so „fein, wie die feinsten Zellgewebsfasern" — und ist die Darstellung Kölliker's, die er z. B. von den Milznerven gibt, vergl. Gewebel. 4. Aufl., keine neue. Ein grosser Theil der Fasern des Sympathicus sind Bündel feinster Fibrillen, die ich für die Folge der Kürze halber „Axenfibrillen" nennen werde. Sie sind umgeben von einer zarten kernhaltigen Scheide; ausser den Axenfibrillen findet sich kein weiterer Inhalt, etwa wie Mark. Von einer genauen Messung der Fibrillen kann der grossen Feinheit wegen keine Rede sein. Vielleicht ist die Verbreitung dieser Axenfibrillenbündel bei den Vertebraten noch eine viel grössere als man gewöhnlich annimmt. Ich habe den Sympathicus vom Frosche und vom Menschen, den Olfactorius vom Schaf und die Rückenmarksnerven von Petromyzon Planeri und fluviatilis darauf untersucht und bei allen denselben eben beschriebenen Bau gefunden. Man möge dazu M. Schultze's Angaben*) vergleichen. Um so mehr mache ich auf diese Fibrillenbündel aufmerksam, als, wie sich gleich ergeben wird, die Fasern der Evertebraten durchweg nach diesem Typus gebaut sind. Die Darstellung der Axenfibrillen bei Vertebraten ist durchaus nicht schwierig. Ein frischer Nerv von Petromyzon oder ein sympathischer Ast wird in Humor aqueus, Speichel, oder ähnlichen Dingen zer-

*) Bau der Geruchsschleimhaut pag. 19, pag. 36, pag. 62 ff. und „Die kolbenförmigen Gebilde in der Haut von Petromyzon etc." Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1861. pag. 285.

fasert; am besten eigentlich ganz ohne Zusatz. Anfangs gelingt die Zerfaserung weniger leicht, bis durch Verdunstung ein gewisser niederer Grad von Feuchtigkeit hergestellt ist, bei dem sich so zu sagen die Fibrillenbündel fast von selbst zerfasern. Zur Aufbewahrung müssen dieselben gefärbt werden, da sie sonst zu sehr abblassen. Im Stamme gesehen ist eine Verwechslung der Axenfibrillenbündel mit Bindegewebsfasern wohl nicht leicht möglich. Jeden etwaigen Zweifel beseitigt hier rasch ein Zusatz von Anilin-violett oder -roth, welches sehr schnell die Faserbündel färbt, während das Bindegewebe ungefärbt bleibt. Später wird dasselbe zwar auch tingirt, jedoch nicht in demselben Masse, wie die Nervenfibern. Auch für einzeln liegende Axenfibrillen ist das Mittel noch gut zu gebrauchen; nur muss man nicht verlangen, aus einem Knäuel Bindegewebsfibrillen eine oder zwei Axenfibrillen damit herausfinden zu wollen. — Ich glaube nicht, dass sich Remak eine Verwechslung dieser Fasern mit Bindegewebsfibrillen hat zu Schulden kommen lassen, da ich die Genauigkeit seiner Angaben vielfach zu bestätigen Gelegenheit fand, und, wie gesagt, in den Stämmen der Irrthum nicht schwer zu vermeiden ist. Die Schwierigkeiten hingegen, einzelne solcher Axenfibrillen mit Sicherheit als nervöse Gebilde zu erkennen, gebe ich mit M. Schultze vollkommen zu. Ein sicheres Kriterium, ob etwas eine Bindegewebs- oder Nervenfibrille sei, kann bis jetzt nur die weitere Verfolgung dieser Elemente bis zu unzweifelhaft in ihrer Natur erkennbaren Stämmen liefern. Von chemischen Reagentien benutzte ich in zweifelhaften Fällen bei Wirbellosen häufig eine 30—40procentige Kalilösung. Dieselbe greift wenigstens die bindegewebigen Elemente nur sehr wenig an, zerstört dagegen die feinen Nervenfibrillen fast augenblicklich. Man unterscheidet so zwar sicher, vernichtet aber das Präparat. Die von Schultze empfohlene concentrirte wässrige Oxalsäurelösung leistet ebenfalls vortreffliche Dienste. Fast alle bindegewebigen Theile, nur mit Ausnahme der stärkern membranösen Gebilde, lockern sich dadurch bis zur Unkenntlichkeit auf und verschwinden, während die nervösen Elemente um so stärker hervortreten. Mit Ausnahme der Färbemittel, über die das Nöthige bei den Untersuchungsmethoden gesagt wird, kann ich keine weiteren Reagentien empfehlen. Für die rein optischen Verhältnisse noch Folgendes: Die mehr starren, winkligen Formen, welche auch den feinsten Nervenfibrillen im Gegensatz zu der Bindegewebsfaser zukommen, der eigenthümliche Glanz, welchen erstere nach Zusatz von erhärtenden Mitteln zeigen, so wie ihr sehr blasses,

mattes Aussehen im frischen Zustande, sichern dem auf diesem Gebiete einigermassen Geübten doch in den meisten Fällen das Urtheil.

h. Bau der Nervenfasern bei den Evertebraten.

Abgesehen von den Echinodermen, Cephalopoden und Myriapoden, deren frische Nerven mir nicht zu Gebote standen, habe ich Repräsentanten aus allen nervenführenden Klassen der Wirbellosen untersucht. Die Angaben über das, was man hier eigentlich letzte Formelemente der Nerven zu nennen habe, finde ich mit wenigen Ausnahmen noch sehr unsicher. So viel ich weiss, stimmen Leydig*) und Walter**) noch am meisten mit meinen Resultaten überein. Von früheren Beobachtern erwähne ich eine kurze Angabe von Lebert und Robin in Müller's Archiv, 1846 pag. 128.

Den übrigen Untersuchern, von denen Hannover, Will und Helmholtz noch am ausführlichsten sind, ist das letzte Formelement der Nerven Wirbelloser nicht bekannt geworden, indem sie dieselben alle mit dem Bilde der cerebrospinalen Nerven der Vertebraten vergleichen. Frisch untersucht zeigen die meisten Nerven der Wirbellosen ausser einer äusserst feinen Längsstreifung und abgesehen von den kernhaltigen Scheiden, kaum weitere Structurverhältnisse. Das äussere, verhältnissmässig starke Neurilem umhüllt einen ziemlich klaren Inhalt von leicht grauer, durchscheinender Färbung, an dem die feine Längsstreifung meist deutlich wahrzunehmen ist. Der Zerfaserung setzt sich gewöhnlich ein Zerfall der Quere nach entgegen; indessen gelingt es auch bei der nöthigen Sorgfalt der Länge nach die Elemente auseinander zu bringen. Hannover***), Will†) und Helmholtz††) beschreiben nun vollständig denen der Wirbelthiere gleiche Nervenröhren, nur durch ihren mehr homogenen, blasseren Inhalt ausgezeichnet. — Remak's Entdeckung von dem centralen Bündel feinster Fibrillen in den breiten Nervenfasern von Astacus brachte die

---

*) a) Zur Anatomie von Coccus hesperidum. Zeitschrift für wissensch. Zoologie Bd. 5. 1854. pag. 5 ff.
b) Lehrbuch der Histologie pag. 58 ff.
c) Nervensystem der Anneliden: Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1862. pag. 90 und an mehr. and. Orten.

**) Unters. über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.

***) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhag. 1844.

†) Müller's Archiv 1844.

††) De fabrica system. nervos. evertebratorum. Dissert. 1842. 8.

Angelegenheit in ein anderes Stadium. Neuerdings ist wohl durch Leydig's Untersuchungen die Existenz der feinen Fibrille als letzten beständigen Formelements für die Nerven Wirbelloser allgemein acceptirt. Es fehlen jedoch noch fast überall genauere Angaben, wie man eigentlich die Nervenfasern Wirbelloser aufzufassen habe. Manches hat man Nervenfaser genannt, dem der Name nicht gebührt; und ist nach meinen Untersuchungen ein Name „Nervenfaser" für die damit bezeichneten Gebilde mancher Wirbellosen gar nicht zulässig, indem diesen das Aequivalent einer Nervenfaser im Sinne der Vertebraten mangelt.

So sprechen Kühne *) u. A. von den Axencylindern der Nervenfasern von Dytiscus, so wie von dunkelrandigen Nervenfasern u. s. f. Margó **) bildet die Verästelung eines Schenkelnerven von Hydrophilus piceus ab und nennt dabei Gebilde von willkürlicher Dimension Nervenfasern, denen dieser Name, genau genommen, nicht zukommt.

Als durchweg vorkommendes letztes nervöses Formelement bei den von mir berücksichtigten Wirbellosen muss die feinste Fibrille, die von mir sogenannte „Axenfibrille" bezeichnet werden. Eine exacte Messung derselben ist nicht ausführbar. Leydig und Walter statuiren ausserdem noch eine besondere feinkörnige Masse zwischen den Fibrillen (Leydig's „Punktsubstanz", wie dieser Forscher eine sich ähnlich ausnehmende Masse in den Centralorganen der Wirbellosen genannt hat). Als besonderes Nervenelement kann ich dieselbe, namentlich für peripherische Nerven, nicht ansehen. Sie ist überall Kunstprodukt aus zertrümmerten Fibrillen, deren stets eine Menge, selbst bei der schonendsten Behandlung zu Grunde gehen. Je zarter die Fibrillen, desto mehr feinkörnige Masse tritt auf. Am zartesten fand ich die Fibrillen bei Lumbricus agricola und bei verschiedenen Mollusken, z. B. Paludina. Resistenter sind sie schon bei Insekten, am stärksten und deutlichsten bei den Krebsen.

Die Fibrillen erscheinen selten als gerade, zarte Fäserchen, wie sie in der Abbildung Taf. IX. Fig. 13 von Dytiscus gewonnen sind. Der leiseste Druck, die kleinste Verschiebung knickt und biegt sie auf das Mannichfaltigste ein, so dass sie bei den gewöhnlichen Vergrösserungen von 300 — 600 immer

---

*) Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1859.

**) Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. Pesth 1862. pag. 11.

ein leicht körniges Ansehen haben. Einmal erhärtet, lassen sie auch unter dem Deckglase mit sich manipuliren, ohne sofort zu zerreissen. Beachtenswerth bleibt immer den feinen Bindegewebsfasern gegenüber ihre leichte Zerstörbarkeit und das mehr starre, eckige ihres Verlaufs.

Für die richtige Deutung ist die Anordnung dieser Gebilde zu Nervenstämmen von besonderer Wichtigkeit. Zwei Haupttypen finde ich hier vertreten. Der, wie ich wohl behaupten darf, morphologisch unvollkommnere Typus ist dieser, dass sämmtliche Axenfibrillen, die aus einer Ganglienabtheilung hervortreten, in ein einziges grosses Bündel zusammengefasst sind. Die gemeinsame Scheide eines solchen Bündels ist von relativ bedeutender Stärke, kernhaltig und nähert sich im Ansehen und im Verhalten gegen Reagentien den elastischen Membranen. Im weitern peripheren Verlaufe lösen sich nun von Strecke zu Strecke kleinere oder grössere Partien ab, welche immer von Unterabtheilungen und Abzweigungen der gemeinsamen Scheide umgeben, sich abermals in verschiedene Bahnen theilen, bis schliesslich Bündel von nahezu bestimmter Dicke erreicht sind, die sich dann ohne weitere Theilung zu den Endorganen begeben. Hier kann meines Erachtens von einer Nervenfaser nicht die Rede sein. Nennt man, wie es Margó thut, ein beliebig kleines Bündel eine Nervenfaser, so kann mit demselben Rechte der ganze Stamm so genannt werden. Entweder müsste man die Endbündel von bestimmterem Durchmesser Nervenfasern nennen, oder man muss auf den Namen „Axenfibrillen", welchen ich für die feinsten Fasern vorschlage, recurriren, und von primären, secundären u. s. f. Fibrillenbündeln sprechen. Ein von aller Missdeutung freies Analogon mit dem, was wir bei höheren Thieren gewöhnlich Nervenfaser nennen, gibt es hier nicht. Nur das Verhalten des N. olfactorius von Esox lucius, wie es M. Schultze a. a. O. beschreibt, stimmt überein; doch ist man hier ja in derselben Verlegenheit, was man Nervenfaser nennen soll. So viel ich erfahren habe, kommt dieser Typus ganz bestimmt vor bei einigen Mollusken, z. B. Anodonta, und den Lumbricinen. Manche Species, z. B. bei den Insekten, sind mir zweifelhaft geblieben, da es durchaus nicht so leicht ist, als man glauben möchte, sich hierüber mit Bestimmtheit zu entscheiden. Aus einigen Repräsentanten einer Klasse darf man auch nicht auf die übrigen schliessen. So gehört z. B. Hirudo medic. dem entwickelteren zweiten Typus an, während, wie gesagt, Lumbricus den vorhin geschilderten Verlauf der Nervenfasern zeigt.

Der zweite Typus ist ein getreues Abbild der Verhältnisse des N. sympathicus und des Olfactorius der Säuger, so wie der Nervenfasern von Petromyzon. Die Axenfibrillen sind in Bündeln von nahezu gleicher Dicke, annähernd dem Durchmesser der Wirbelthiernervenfasern zu einem grössern Stamme zusammengelagert, welcher von einem gemeinsamen Neurilem umgeben wird. Sehr deutlich sind diese Verhältnisse bei Hirudo und Astacus: hier hat die Bezeichnung „Nervenfasern" für die secundären Bündel, welche ganze Körperregionen bei gleichbleibendem Durchmesser durchlaufen, ganz denselben Sinn, wie man von Olfactoriusfasern spricht; denn man kann das Axenfibrillenbündel direct mit dem Axencylinder der cerebrospinalen Fasern in Parallele setzen.

Von Maassen dieser secundären Bündel führe ich an: Querdurchmesser derselben bei Astacus fluviatilis = 0.01—0,013 Mm., Hirudo und Dytiscus = 0,003—0,008 Mm. (bei allen dreien nicht weit vom Austritt der Seitennerven aus dem betreffenden Ganglion gemessen). Später findet noch eine 2—3malige Theilung dieser secundären Bündel statt. — Eigenthümlicher Weise sind die Commissuren zwischen den einzelnen Ganglien immer nach dem ersten Typus gebaut. Besonders deutlich ist das im Gegensatz zu den Seitennerven bei Hirudo medic., worüber man die Abbildung Taf. IX. Fig. 14 vergleichen möge. Eine Ausnahme hiervon macht, so viel ich weiss, nur Astacus. — Einer besondern Erwähnung bedürfen die schon von Ehrenberg gekannten, von Remak genauer beschriebenen sogenannten kolossalen Fasern der grossen Crustaceen, Astacus und Homarus. Remak wies bekanntlich bei diesen Fasern ein centrales Bündel feinster Fibrillen nach, welches sehr bald von allen übrigen Beobachtern bestätigt wurde. In der Folge hat Leydig diese Fasern auch bei Käfern nachgewiesen, wo ich sie ebenfalls bestätigen kann. Die Abkömmlinge dieser Fasern gehen fast ausschliesslich zu den Muskeln, was bei Astacus nicht schwer nachzuweisen ist. Ihnen eine besondere Stellung zu vindiciren, sehe ich keinen Grund. Einmal liegen sie mit den schmalern Fasern zerstreut in der gemeinsamen Scheide des Bauchstranges, dann erhalten sie, sobald sie durch ihre besonders häufigen Theilungen die Dicke der gewöhnlichen Fasern erreicht haben, ganz und gar das Ansehen der letzteren, und schliesslich findet man alle möglichen Uebergänge der Grösse und dem Aussehen nach zwischen den feineren und diesen kolossalen Fasern. — Will man ihnen gern eine besondere Stellung einräumen, so könnte man sie als eine Uebergangsform zwischen dem ersten und dem zweiten Typus

betrachten, indem sie mit dem einen das Zusammenfassen grosser Mengen von Axenfibrillen in eine gemeinsame Scheide, so wie die häufige Theilung, mit dem andern das Eingeschlossensein in eine secundäre Scheide gemein haben. Bei Käfern entspringen wohl auch Fasern von ganz demselben Gepräge für sich aus einem Ganglion, und laufen neben dem grössern Bündel mit ihrer Theilung selbstständig weiter.

Ich gestehe, dass es mir überflüssig erscheint, für die Selbstständigkeit der Axenfibrillen hier noch ein Plaidoyer zu führen. Ganz dieselben Einwände, wie sie gegen die Axenfaser bei Vertebraten erhoben worden sind, wären hier mit denselben Ausführungen zu widerlegen. Anders steht es mit der Frage nach den Beziehungen zwischen den Axenfibrillen Wirbelloser und der Wirbelthiere zum eigentlichen Cyl. axis der cerebrospinalen Fasern der Vertebraten. Ich stehe, wie schon früher bemerkt, nicht an, dieselben sowohl morphologisch als functionell ohne Weiteres zu identificiren. Nur ist der Axencylinder als einer Summe von Fibrillen gleichwerthig aufzufassen, obwohl es nicht gelingt, ihn auch histologisch in solche zu zerfällen. Man vergleiche hierüber die von Leydig*), Max Schultze**) und G. Walter***) vorgebrachten Meinungen. Für diese Auffassung sprechen die gleiche Ursprungsweise, das gleiche Endverhalten (s. weiter unten) und die gleichen chemischen Reactionen. Bei letzteren habe ich mich an die Angaben von Kölliker (dessen Gewebel. 4te Aufl. pag. 284) und an die Ergebnisse der später anzuführenden Untersuchungsmethoden gehalten. Eine genauere chemische Untersuchung des Axencylinders ist noch Desiderat, muss aber einer speciellen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Der Auffassung der Axenfasern im Allgemeinen, ihrer Eintheilung, ihrem Verhalten zu den Hüllen noch einige Worte: Da man wohl zugeben wird, dass der Axencylinder resp. die Axenfibrillen das eigentlich Wesentliche der Nervenfasern, oder, besser gesagt, der leitenden nervösen Gebilde sind, wird man passend dessen Verhalten zum Eintheilungsprincip der Fasern nehmen. Darnach hätte man zu unterscheiden: 1) Fasern mit einfachem Axencylinder, 2) Axenfibrillenbündel. Letztere hätten wieder zwei Unterabtheilungen nach den oben geschil-

---

*) Anatomie von Argulus foliaceus. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. II. pag. 331.

**) Bau der Geruchsschleimhaut pag. 66.

***) Bulbus olfactorius. Virch. Arch. Bd. 22. und Centralnervens. Wirbelloser. Bonn 1863.

derten Typen. Will man die Nervenfasern nach den Hüllen unterscheiden, so ist unstreitig die von M. Schultze*) gegebene Eintheilung die beste:

1) Nackte Axencylinder (Fortsätze der Nervenzellen);
2) Axencylinder mit Schwann'scher Scheide (Olfactorius, Sympathicus zum Theil);
3) Axencylinder mit blosser Markscheide (N. opticus, acusticus, Fasern der Centralorgane);
4) Axencylinder mit Markscheide und Schwann'scher Scheide (Neurilem).

Auch die Nerven der Wirbellosen können bei dieser Eintheilung Platz finden. Typus I unter 1. Typus II unter 2.

Für weniger passend halte ich es, die Ganglienzellenfortsätze ohne Weiteres mit in die Abtheilungen der Nervenfasern zu ziehen, wie das auch Kölliker in seinem Capitel über die blassen, marklosen Nervenfasern thut**). Sicher ist es, dass bei weitem nicht alle Zellenausläufer in Axencylinder ohne Weiteres übergehen. — Wo ein solcher Uebergang in der That stattfindet, ist es freilich schwer zu sagen, wo hört der Fortsatz auf und fängt der Axencylinder an? Ist man sich jedoch über das gegenseitige Verhältniss beider klar, so ist es nicht nöthig, beide unter eine Rubrik zu bringen, man wird dann einfacher vieles von dem, was Kölliker a. a. O. als blasse, marklose Fasern aufzählt, als Anfangs- resp. Endglieder der Nervenfasern aufführen.

Anhang.

Untersuchungs- und Darstellungsmethoden des Axencylinders.

Zunächst an das Erprobte und Bekannte mich anschliessend, versuchte ich zur einfachen Darstellung des Axencylinders die von Kölliker in seiner mikroskopischen Anatomie und Gewebelehre zusammengestellten Reagentien. Besondere Vortheile unter ihnen gewährte der Sublimat, worüber ich später noch mehr anzuführen haben werde.

Unter den von mir speciell untersuchten Chemikalien stelle ich, was die einfache Darstellung des Axencylinders betrifft, obenan die von Budge für thierische Gewebe empfohlene Mischung der Botaniker von Salpetersäure mit chlorsaurem

*) De retinae structura penitiori, Bonnae 1859. pag. 22.

**) Gewebel. 4te Aufl. pag. 286.

Kali *). Da es meines Wissens an einem guten Isolirungsmittel für die Nervenprimitivfasern noch fehlt, während für die Muskeln in der in Rede stehenden und in der Moleschott'schen 32—35 Proc. Kalilösung, ich möchte sagen, souveräne Mittel gefunden sind, so habe ich mich besonders bestrebt, die Bedingungen zu finden, unter denen die Salpetersäure-Mischung als Isolirungsmittel für Nerven besonders brauchbar wird. Bei Anwendung derartiger Reagentien muss man natürlich von einem Erhalten der Elemente im normalen Zustande absehen. Nach vielfachen Versuchen bin ich zu dem Resultate gekommen, dass es auf das Verhältniss der Salpetersäure zum chlorsauren Kali gar nicht ankommt. Am besten nimmt man Acidum nitricum purum der Pharmakopoe. Acidum nitr. fumans, auch verdünnt, gibt unzuverlässige Resultate; reine Salpetersäure ohne Kal. chloric. wirkt zu langsam und unsicher. Die von v. Wittich angegebene Modification, Kochen in einer sehr diluirten Mischung beider Substanzen, hat für Nerven keine besonderen Vortheile, wenn nicht den der Raschheit der Einwirkung; die Fasern leiden jedoch zu sehr durch die hohe Temperatur. Die Angabe Kühne's**), dass die Mischung öfter zu erneuern sei, muss ich für Nerven noch besonders hervorheben; weniger ist es erforderlich, dass das Nervenstück in das chlorsaure Kali hineinverpackt werde. Die Zeit, welche zur vollständigen Isolirung von Nervenfasern und Nervenzellen mit ihren Ausläufern erforderlich ist, ist für die verschiedenen Localitäten und Thierklassen verschieden. Im Allgemeinen wirkt das Mittel bei Wirbellosen weniger günstig, als bei Wirbelthieren; namentlich sind die peripherischen Nervenstämme der Batrachier günstige Angriffspunkte. Batrachier und Fischnervenstämme lasse ich gewöhnlich 18—24 Stunden in der Mischung, bei einer Temperatur von 12—15 C. Im Sommer genügen 5—8 Stunden. Nachher lassen sich die einzelnen Nervenfasern ohne brüchig zu werden in derselben Weise wie Muskelfasern durch Schütteln mit Wasser in einem Reagensglase isoliren. 24 Stunden wenigstens bedürfen die Nervenstämme der höheren Vertebraten wegen des reichlicher vorhandenen Bindegewebes. Hat man stärkere Stämme zum Hineinlegen, so empfiehlt es sich zur Erzielung einer raschern und gleichmässigeren Wirkung, vorher das Neurilem mit einer Staarnadel

*) Man vergl. hierüber: Uechtritz, De Kali chlorici acidique nitrici in nervos etc. vi observationes microchemicae. Diss. inaug. Gryphiae 1858. 8. pag. 13.

**) Die periph. Endorgane der motorischen Nerven pag. 6 ff.

aufzuschlitzen. Die peripherischen Ganglien der Vertebraten und die der Wirbellosen können bis zu 24 Stunden in der Mischung verbleiben. Dass dieses Mittel auch zur raschen Demonstration der Ganglienzellen im Gehirn und Rückenmark vortheilhaft in Anwendung gebracht werden kann, sagt schon Budge, Lehrb. der Physiologie, 8te Aufl. pag. 611, und kann ich dieses aus eigener vielfacher Erfahrung bestätigen. Hier tritt jedoch mit gleichem Vortheil die einfache Salpetersäure in ihre Rechte ein.

In dieser Weise nun habe ich Ganglienzellen von Wirbellosen und Vertebraten mit langen, ganz klaren, von frischen kaum zu unterscheidenden Ausläufern, feinste Nervenfibrillen der Wirbellosen und Nervenfasern der Vertebraten aufs bequemste und sicherste isoliren können. Der Axencylinder der Wirbelthiere bleibt dabei, so weit es optisch nachweisbar ist, mit Ausnahme einer leichten Schrumpfung, unverändert, und man erhält, da das Mark und die Schwann'sche Scheide gern stellenweise abbröckeln, die trefflichsten Präparate vom Axencylinder. Verlangt man nicht mehr von diesem Reagens, als sichere und leichte Demonstration der isolirten Faser mit allen ihren drei Bestandtheilen, so kann ich es als das beste empfehlen.

Ich erwähne beiläufig die vielleicht nicht uninteressante Beobachtung, dass es mir öfter gelungen ist, einen Axencylinder als Brücke zwischen zwei vollkommen erhaltenen Nervenfaserenden in solcher Ausdehnung zu isoliren, dass er auch dem unbewaffneten Auge mit grosser Deutlichkeit sichtbar wurde.

Für die peripherischen Nerven der Wirbellosen leistet dasselbe der Sublimat, und zwar am besten in einer sehr verdünnten Lösung von 0,03 Procent, wie sie von Remak zur Untersuchung der embryonalen Blutzellen empfohlen wurde *). Nach meinen Erfahrungen conserviren sich die feineren Fasern und Zellen in dieser Lösung in einem dem frischen Verhalten möglichst nahekommenden Zustande; ich gebe ihr selbst vor den von Schultze mit Recht empfohlenen sehr diluirten Chromsäure-Lösungen den Vorzug. Die Sublimat-Lösung hat den grossen Vortheil, dass man in ihr unbedenklich selbst die feinsten Elementartheile Monate lang liegen lassen kann, ohne dass eine bemerkenswerthe Veränderung eintritt. Natürlicher Weise muss man in einer so verdünnten Lösung auch nur kleine Stücke aufbewahren, wenn man dieselben vor Fäulniss

*) Müller's Archiv 1852.

bewahren will. Pilzbildung stellt sich nicht ein. Das relativ sehr feste Neurilem der Wirbellosen setzt einer Zerfaserung der Nerven im frischen Zustande die grössten Hindernisse entgegen; ehe man dasselbe der Länge nach aufreisst, ist durch den hierbei unvermeidlichen Druck schon der Inhalt zerquetscht oder der Quere nach gerissen. In der Sublimat-Lösung erhalten nun die Axenfibrillen den Grad von Härte und zugleich von Elasticität, dass sie den bei der Zerfaserung nothwendigen Dehnungen und Zerrungen einen hinlänglichen Widerstand entgegensetzen können.

Mit manchem Vortheil (rascherer und leichterer Zerfall) habe ich bei Wirbellosen die einfache Maceration in Aq. destill. angewendet, nachdem eine 24stündige Einwirkung der Sublimatlösung oder der Chromsäurelösung von 0,05 — 0,06 Proc. vorhergegangen war.

Schliesslich erwähne ich noch als eines vortrefflichen Mittels zur Conservirung der Nerven in ihrer ganzen Form, wobei der Axencylinder in der aufgehellten Faser mit grünlichgelbem Schimmer sichtbar wird, das Chloroform. Die Wirkung ist dieselbe, nur noch intensiver, wie die des Pflüger'schen Collodiums, und hat man dabei den Vortheil, dass man längere Zeit dasselbe Präparat aufbewahren und mit Farbstoffen behandeln kann, was das Collodium nicht zulässt. — Von den Resultaten über Behandlung mit Farbstoffen ist schon früher die Rede gewesen. Eingehender will ich hier noch die Erfolge besprechen, die ich bei der Behandlung mikroskopischer Präparate mit den Anilinfarben*) erzielt habe. Die Anilinfarben sind, in passender Weise verwendet, dem Auge unter dem Mikroskop sehr angenehm und stören in keiner Weise den Eindruck der Formelemente. Vor dem carminsauren Ammoniak haben sie den Vorzug der rascheren Einwirkung, dunkeln aber oft in sehr unangenehmer Weise nach, und es

---

*) Das Anilin $\left\{\begin{matrix} C_6\ H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\}N$, eine Amidbase, liefert bei der Behandlung mit verschiedenen Reagentien, vrgl. Limpricht, Lehrbuch der organischen Chemie pag. 735 ff., eine Reihe verschiedener Farbstoffe, wovon das Rosanilin (Anilinroth), das Aniléin (Willm) (Anilinviolett) und das Pariserblau (Anilinblau) (Persoz) die wichtigsten sind. Sie zeichnen sich ausser durch die saturirten, schönen Farbennüancen hauptsächlich durch ihre Haftbarkeit an thierischen Substanzen, Seide und Wolle aus, so dass sie, vorzüglich das Anilinroth, unter dem Namen Fuchsin oder Magentaroth schon in grosser Ausdehnung fabrikmässig dargestellt und in den Färbereien angewendet werden. Vergl. das oben angezogene Citat: Limpricht's Lehrbuch.

erfordert längere Uebung, ehe man die richtige Anwendungsweise herausfindet. Ich benutze seit längerer Zeit das Anilinroth in zwei verschiedenen Verdünnungen mit Wasser. Die stärkere Mischung enthält circa 15 Tropfen des käuflichen Anilinroths auf 50 CC. Aq. destill. Die schwächere 300—400 CC. Wasser auf dieselbe Menge des Farbstoffes. Um rasch zu färben, die Färbung während der Beobachtung eintreten zu lassen und ihr Vorschreiten zu untersuchen, nehme ich die stärkere Mischung. Anfangs roth, nehmen nach und nach fast alle thierischen Gebilde einen violetten Ton an, der stark mit Blau gemischt ist. — Axencylinder, Ganglienzellen färben sich im Nu, wenn man einen Tropfen der stärkern Mischung unter dem Deckglase zuziehen lässt. In gleicher Weise färben sich alle andern zelligen Elemente, quergestreifte und glatte Muskelfasern. Bindesubstanzgebilde färben sich viel später und schwächer. Als Beispiel habe ich ein Stück vom Bauchstrang bei Lumbricus agricola gefärbt abgebildet, vrgl. Taf. IX. Fig. 10. In Bezug auf die Art der Färbung ähnelt das Anilinroth sehr dem carminsauren Ammoniak. Kerne und Kernkörperchen färben sich rascher und intensiver als das Zellenprotoplasma, die Axenfasern der Nerven stärker als die Hüllen. Bei den feinsten Fibrillen der Wirbellosen haben mir stark saturirte Anilinfärbungen sehr gute Dienste geleistet. Um namentlich nervöse Partien, gut zu färben, z. B. den Axencylinder seiner ganzen Länge nach innerhalb der Faser hervortreten zu lassen, legt man die zerfaserten oder in feine Schnitte gebrachten Nerventheile in die verdünntere Mischung. Nach 5 — 12stündiger Einwirkung hat man die schönsten Präparate, die sich in Glycerin, angesäuertem Alkohol, Sublimat und ähnlichen Reagentien sehr gut aufbewahren lassen. Caustische Alkalien, starke Mineralsäuren, Terpentinöl lassen sich nicht anwenden; erstere zerstören die Färbung, letzteres dringt in die mit Anilinfarben imprägnirten Stoffe nicht ein.

II.

Beziehungen des Axencylinders zum Centralnervensystem: Ursprung des Axencylinders.

Im folgenden Abschnitte wird von den Centralorganen des Nervensystems nur insofern die Rede sein, als in ihnen der Cylinder axis entsteht. Ich sehe dabei ab von aller detaillirten Beschreibung etwa des Faserverlaufs, der Verbindungen der Zellen untereinander, so weit diese Sachen eben keine Beziehung zu der vorliegenden Frage haben. — Ebenso beschränke ich mich auf Gehirn und Rückenmark der Vertebraten, Gehirn und Bauchganglienkette der Wirbellosen. Die Spinalganglien, sympathischen Ganglien und peripherischen Ganglien überhaupt gedenke ich in einer besondern Untersuchung zu besprechen.

Zunächst ein kurzer Ueberblick der Hauptansichten über den Ursprung des Cyl. axis, welche noch jetzt Geltung haben. Ich fasse hier Wirbellose und Wirbelthiere zusammen, da die Verhältnisse bei beiden sich im Wesentlichen gleichen und einander ergänzen.

Nachdem man an den Ganglienzellen die Ausläufer constatirt, nachdem der Axencylinder entdeckt und seine Aehnlichkeit mit einem Ganglienzellenfortsatz aufgefallen war, hat es nicht an Angaben gefehlt, welche ein directes Uebergehen eines solchen Fortsatzes in den Axencylinder einer sogenannten dunklen Primitivfaser sicher stellen sollten. Ich erinnere an die R. Wagner'schen und Ecker'schen Abbildungen in den Icones physiologicae, ebenso an Kölliker's erste Angabe für den Frosch in Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. I. pag. 135. — Für Wirbellose waren es Helmholtz, Bruch und Will (l. l. citt.), welche ein einfaches Uebergehen eines einzigen unverzweigten Zellenausläufers in eine peripherische Nervenfaser beobachtet haben wollten. Eigenthümlich erscheint es, dass z. B. Helmholtz bei Astacus diesen directen Uebergang nicht sehen konnte, — einfach aus dem Grunde, weil hier der Modus des Axencylinder-Ursprungs, wie ich ihn später darstellen werde, grade am klarsten zu Tage liegt. Helmholtz sagt: In hirudinum et gasteropodum nonnullorum cerebro cellularum caudas transire in fibrillas nerveas, in astacis eas fibrillis simillimas per satis longum spatium in gangliis decurrere vidimus. pag. 21. l. c.

Man stand nicht an, diesen Modus des Zusammenhanges bald zu verallgemeinern, namentlich seit gleichzeitig Wagner, Bidder-Reichert und Robin für die Spinalganglien den directen Zusammenhang von markhaltigen Nervenfasern mit Ganglienkugeln nachwiesen. — Ich darf hier nur auf die zahlreichen Arbeiten der Dorpater Schule mit ihrem einfachen Schematismus verweisen. Später wurde durch die grosse Schwierigkeit, dergleichen Bilder, wie sie die genannten Autoren zeichneten, zu erhalten, wenigstens für Gehirn und Rückenmark der Glaube an einen solchen einfachen Zusammenhang der Elemente erschüttert. — Thatsachen, wie die Entdeckung der bis zu den feinsten Fäserchen gehenden Verästelung der Zellenausläufer einerseits, andererseits der Umstand, dass auch die zu den Centralorganen aufsteigenden Axencylinder sich, je näher den vermuthlichen Ursprungsstätten, desto mehr verfeinern und verästeln, liessen einen andern Zusammenhang vermuthen. Hierzu kamen mehrere Specialangaben über einen ganz besondern Modus des Zusammenhanges an einzelnen Localitäten, von denen ich, so weit es mir bekannt geworden, Einiges hier kurz anführen will.

Zunächst die Angaben von Gerlach über die Structur der Kleinhirnwindungen*). Ich werde dieselben weiter unten ausführlicher berücksichtigen müssen. Hier nur so viel, dass ein unmittelbarer Ursprung von Axencylindern aus Fortsätzen der grossen flaschenförmigen Nervenzellen des Kleinhirns nicht überall stattfindet, sondern die Axencylinder aus feinsten Reiserchen, welche von kleinen Zellen, den sogenannten Körnern des Kleinhirns entstammen, sich zusammensetzen. Die Körner ihrerseits hängen wiederum mit den letzten feinen Verzweigungen der grossen Zellen zusammen. — In ähnlicher Weise haben Hess**) und Berlin***) sich ausgesprochen.

Stephany†) fand, dass die Faserausläufer der verschieden gestalteten, grossen und kleinen, eckigen und runden Zellen der Hirnrinde sich in ein feines Flechtwerk auflösen. Dieses Flechtwerk ist zunächst der Hirnoberfläche gelagert. (Terminales Netz der Hirnrinde.) Aus diesem sollen

---

*) Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858. pag. 1.

**) De cerebelli gyrorum textura disquis. micr. Diss. inaug. Dorpati, c. tabb. 1859.

***) Beiträge zur Structurlehre der Grosshirnwindungen. Erlangen 1859.

†) Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirns. Dissert. Dorp. 1860.

sich die Axencylinder der Nervenfasern mit ähnlichen feinen, netzförmig verflochtenen Anhängen entwickeln. Die graue Substanz der Hirnrinde lasse sich fast ganz in ein solches Netzwerk auflösen. — (Uffelmann in seiner unter Henle ausgearbeiteten Dissertation erklärt dieses Netzwerk für ein Gerinnungsproduct durch die Chromsäurebehandlung hervorgerufen.)

Von besonderem Interesse sind die Angaben von L. Clarke*) und G. Walter**) über den Bau des Bulbus olfactorius. Beide, denen auch, wenngleich mit weniger genauen Beobachtungen Owsjannikow***) beistimmt, kommen zu dem Resultate, dass die weissen, markhaltigen Fasern der Tractus olf. sich zunächst nach vielfachen Theilungen mit kleinen bipolaren Zellen, wie Gerlach's Körner im Kleinhirn, in Verbindung setzen, — letztere wieder mit feinen Ausläufern grosser, multipolarer Zellen. Aus anderen Ausläufern dieser Zellen, die, vielfach verästelt, ein feines Netzwerk bilden (Clarke), sollen dann schliesslich die Axenfibrillen des N. olfactorius hervorgehen. Da nun auch in neuerer Zeit wiederum Vertheidiger des directen Ursprungs von Axenfasern aus breiten Ausläufern grosser Zellen aufgetreten sind (man vergleiche Stilling's genaue und kritische Zusammenstellung pag. 925 ff. seines grossen Werkes), so lassen sich drei Hauptansichten über den Axencylinderursprung unterscheiden:

1) Einfache, ungetheilte oder 1 — 2 mal ramificirte Fortsätze von Ganglienzellen werden ohne Weiteres zu Axencylindern peripherischer Nervenfasern.
2) Die Fortsätze der Nervenzellen verästeln sich bis aufs feinste; aus diesem feinen Flechtwerk gehen die Axencylinder in der Art hervor, dass sich ein Axencylinder aus mehreren, vielleicht verschiedenen Zellen angehörigen, Fibrillen zusammengesetzt.
3) Zwischen die verästelten Fortsätze der grossen Zellen und die Axencylinder sind noch ein oder mehrere Gruppen kleinerer, bi- und multipolarer Zellen eingeschoben, deren Ausläufer dann direct in Axenfasern übergehen.

---

*) Ueber den Bau des Bulbus olf. und der Geruchsschleimhaut; übersetzt von Kölliker. Zeitschr. für wiss. Zoologie Band 11. pag. 31 ff.

**) Ueber den feinern Bau des Bulbus olf. Virchow's Archiv 1861. Bd. 22. pag. 241.

***) Ueber die feinere Structur der Lobi olfact. der Säugethiere. Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv. 1860.

Einen übersichtlichen Ausdruck der neueren Ansichten über Natur und Ursprung der Axencylinder findet man in M. Schultze's oft citirter Schrift: Ueber den Bau der Geruchsschleimhaut, pag. 63 ff. — Für die Wirbellosen füge ich hinzu, dass die vollständigsten neueren Angaben hier von G. Walter*) vorliegen.

Walter sieht sowohl directen Uebergang von ungetheilten Ausläufern grosser, unipolarer Zellen in peripherische Nerven, als Verästelung der Fortsätze und Verbindung der Theilzweige mit verschieden grossen multipolaren Zellen, die meist in der Mitte der Ganglien gelegen sind und von denen aus die peripherischen Nerven entstehen. Schliesslich erwähnt Walter noch eines parallel-fibrillären Zerfalls der Zellenausläufer, so dass auf diese Weise die feinsten Fibrillen der Wirbellosen entständen.

Ich darf ferner noch auf eine im Druck befindliche, in Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv demnächst erscheinende Abhandlung von Buchholz verweisen, in welcher dieser Gegenstand ebenfalls umfassend berücksichtigt wird.

Im Nachfolgenden sollen zunächst meine Erfahrungen über die Entstehung der Axenfibrillen Wirbelloser, dann die Resultate der Untersuchung bei Vertebraten angegeben werden.

1) Evertebraten.

Bei den Evertebraten habe ich die Ganglien der verschiedensten Localitäten untersucht von Lumbricus agricola, Hirudo medicinalis, Arion ater, Limax maximus und agrestis, Limnaeus stagnalis, Paludina vivipara, Planorbis corneus, Anodonta cygnea, Dytiscus marginalis, Hydrophilus piceus, Nepa cinerea, Bombus terrestris, Astacus fluviatilis.

Am leichtesten für die Untersuchung zugänglich erwiesen sich die Ganglien von Mollusken und Astacus fluviatilis, weshalb ich diese auch vorzugsweise berücksichtigt habe. Die Ganglien der Mollusken lassen überall am Rande eine Lage grosser, meist unipolarer Zellen unterscheiden, während die Mitte und namentlich diejenigen Abschnitte, von denen die Commissuren und peripherischen Nerven ausgehen, aus einer auf den ersten Blick feinkörnigen, molekulären Masse [Ley-

*) Mikroskopische Untersuchungen über das Centralnervensystem Wirbelloser. Bonn 1863.

dig's Punktsubstanz *)] bestehen. Im Allgemeinen passt diese Darstellung für alle von mir untersuchten Wirbellosen, wie sich weiterhin des Genaueren ergeben wird. Schon Leydig sagt (l. c. pag. 118): „Auch hier (bei den Anneliden) bestehen „die Nervencentren aus einer granulären Mitte und aus einer „peripherischen Zellenschicht. Diese Textur wird sich wohl „mit der Zeit als eine allgemeine der Wirbellosen herausstel„len; wenigstens kann ich zu den genannten Würmern, In„sekten, Spinnen und Krebsen jetzt schon die Lungenschnecken, „Helicinen reihen, bei denen dieser Bau ebenfalls zu sehen „ist."

Die unipolaren Zellen der Randschicht schicken ihre starken Ausläufer convergirend der molekularen Mitte zu. Das Schicksal dieser Ausläufer zu verfolgen war die erste Aufgabe. Am frischen Präparat entziehen sich dieselben in dem granulären Stratum bald der weitern Untersuchung. Macerationen in der oben erwähnten Sublimatlösung, in Aqua destillata, in concentrirter Oxalsäure, verbunden mit Anwendung der Färbemittel lehren indessen bald, dass die stärkeren Fortsätze sich durch dendritische und gabelförmige Theilung in feinere Aeste zerspalten und dass sich auf diese Weise schliesslich die grösste Zahl der Fortsätze nachweislich in eine Menge feiner und feinster Reiser auflöst. Da diese Theilungen der grossen Fortsätze bei Wirbellosen in besonders schöner Weise von Buchholz erhalten sind, wie ich aus dessen mir freundlichst mitgetheilten Präparaten entnehme, so enthalte ich mich hier weiterer Ausführungen, indem ich auf die betreffenden Zeichnungen von Buchholz verweise. — Uebrigens sind bei Wirbellosen die Theilungen auch von Andern, z. B. von G. Walter (a. a. O. Taf. II. Fig. 8. und Taf. III. Fig. 14) gesehen worden, wenn auch nicht in so ausgedehntem Maasse.

Die feinern Verzweigungen der grossen Randzellen liegen nun in dem molekularen mittlern Stratum und bilden darin mit anderen, gleich zu beschreibenden Elementen eine Art Flechtwerk, welches eben der Feinheit der Fäden wegen, aus denen es besteht, sehr schwer zu entwirren ist. Frische und Sublimatpräparate zeigen nun ausserdem in der granulären Masse eine sehr grosse Menge kleiner, meist bi- und multipolarer Zellen, deren feine Ausläufer ganz den Charakter der peripheren Axenfibrillen an sich tragen. Sie gehen ebenfalls mit noch feinern Verästelungen in die Bildung des oben er-

*) Ueber das Nervensystem der Anneliden. Reichert u. Du Bois-Reymond's Archiv. 1862.

wähnten Flechtwerks ein, und scheinen mir diese drei Elemente: feine Ausläufer der grossen Zellen, kleine Zellen und deren feinste Ausläufer, fast ganz allein der Inhalt der molekularen Masse auszumachen. Zunächst zur Beantwortung der uns hier vorzugsweise interessirenden Frage, behaupte ich nun, dass von diesen kleinen Zellen, resp. deren feinen Fortsätzen die Axenfibrillen Wirbelloser ihren Ursprung nehmen.

Zum Beweise Folgendes:

Reisst man einen feinen Nervenstamm eines Mollusken von seinem Ganglion ab, so zeigt das Mikroskop an der Rissstelle die einerseits aus dem Ganglion, andererseits aus dem centralen Nervenstumpf hervorstehenden feinsten Axenfibrillen, deren Zusammengehörigkeit unzweifelhaft einleuchtet. Ringsum sieht man (am frischen Präparat) die blassen Contouren der grossen Zellen, welche sämmtlich ihre Ausläufer nach der granulären Mitte senden. Andererseits sieht man aus dieser Mitte die feinsten Axenfibrillen hervortreten. An dieser granulären Mitte (Leydig's Punktsubstanz) sind bisher fast alle Bemühungen der Mikroskopiker gescheitert. Man sah die Ausläufer von den grossen Zellen in die Massa granulosa eintreten und sich darin verlieren; an der andern Seite sah man feine Fasern wieder heraustreten. Waren letztere nun continuirliche Fortsätze der ersteren oder nicht? War nicht viel wahrscheinlicher die graue, körnige Masse ein Zwischenglied eigener Art? Mir ist es niemals gelungen, den Fortsatz einer grossen Ganglienzelle direct in einen zur Peripherie abgehenden Nervenstrang zu verfolgen. Man könnte mir hier zwar einwenden, dass eben der feinen Verästelung wegen der Zusammenhang bei der Präparation zerstört werde und will ich die Berechtigung dieses Einwurfs auch gern anerkennen. Die folgenden positiven Erfahrungen haben mich aber eine andere Ansicht gewinnen lassen. Bei Mollusken sowohl als bei Krebsen gelingt es nicht selten auch an ganz frischen Präparaten, leicht aber an solchen, welche mit Sublimatlösung oder concentrirter Oxalsäure behandelt sind, den directen Zusammenhang zwischen den Ausläufern der kleinen bi- und multipolaren Zellen und den evident zu einem peripheren Nervenstamm gehörenden Axenfibrillen zu sehen. Ich besitze von Astacus mehrere Präparate, welche dieses Verhalten zur Genüge demonstriren und sind die Taf. IX. Fig. 3. gegebenen Abbildungen darnach gefertigt. Die Präparate von Mollusken lassen sich weniger gut conserviren. Ich habe mich, um die Zahl der Tafeln nicht unnütz zu vermehren, auf die Zeichnung des

Verhaltens bei Astacus beschränkt, da die Angaben hier am leichtesten nachgeprüft werden können. — Es entspringen demnach die Axenfibrillen, auch die, welche z. B. bei den Decapoden in ein kleineres secundäres Bündel zusammenfliessen, im Centrum ganz getrennt von verschiedenen zelligen Elementen, die vielleicht unter sich in keinem Zusammenhange stehen, wenigstens gelang es mir nicht, einen solchen zu beobachten. In den meisten Fällen gibt ein Ausläufer nur einer Fibrille den Ursprung, nicht allzu selten sieht man jedoch auch Faserausläufer mehrfach getheilt (vergl. Fig. 8, b. Taf. VIII.). Zum Ueberfluss bemerke ich noch, dass sowohl die grösseren als kleineren Zellenfortsätze dieselben chemischen Reactionen zeigen wie die Axenfibrillen.

Ich lasse noch einige allgemeine Angaben über die Beschaffenheit der die granuläre Masse constituirenden Elemente folgen. Die feinsten Fasern gelingt es im frischen Zustande nicht leicht zu sehen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil sie ihrer übergrossen Zartheit und Brüchigkeit wegen sehr leicht durch jeden noch so gelinden Eingriff zerstört werden und dann in viele kleinste Bröckeln zerfallen. Daher das Ansehn und der Name der Punktsubstanz. Ein weiteres Moment, weshalb die Fasern so schwer auf einigermassen längere Strecken zu erhalten sind, ist ihre so ungemein dichte Verfilzung und Verflechtung. Die kleinen Zellen liegen sehr dicht nebeneinander, die Fasern müssen daher manche Winkelbiegungen machen, um zwischen denselben hindurchzulaufen; sie ziehen ausserdem in den verschiedensten einander durchkreuzenden Richtungen: kein Wunder, wenn sie bei einem Versuche zur Zerfaserung überall reissen. Jedoch habe ich mich auch in manchen günstigen Fällen an frischen Präparaten von der Wahrheit des Vorstehenden überzeugen können.

Die kleinen, zellähnlichen Elemente selbst, von denen die Axenfibrillen schliesslich direct entspringen, sind mir überall als Zellen erschienen. Die Kriterien einer Zelle sind in der Neuzeit schwankend geworden. Wenn wir aber rundliche Anhäufungen von Protoplasma, in deren Mitte ein Kern sich befindet und von denen Ausläufer ausgehen, kurz, wenn wir die grossen unipolaren Ganglienkörper Zellen nennen, so müssen wir auch die kleinen bi- und multipolaren Elemente mit diesem Namen belegen. Sie haben im Allgemeinen im frischen Zustande eine sphärische oder elliptische Form, — nach Einwirkung von schrumpfend machenden Reagentien erscheinen sie mitunter polygonal (vgl. die Fig. 6 u. 7 Taf. VIII. von Planorbis). Umhüllt von einer äussern, hellern, feinkörnigen,

fast homogenen Lage Zellprotoplasmas, erscheint ein deutlicher, grosser, dunkelpunctirter Kern mit Kernkörperchen, welch letzteres jedoch nicht immer zu sehen ist. Eine besondere äussere Membran besitzen sie nicht. Ich möchte gerade diese Zellen, namentlich von Astacus, als Beweis für das Vorkommen von membranlosen zelligen Gebilden aufführen. — Fast die meisten zeigen bei Einwirkung von Reagentien, die sonst die Membranen schärfer hervorzuheben pflegen, Nichts dergleichen. Die äussere Schicht erweist sich vielmehr bei sehr vielen undeutlich begrenzt, sieht aus wie leicht gerissen und hat einen fetzigen Contour. Ich hebe hier diese Gebilde als Zellen gerade deshalb hervor, weil ähnliche Formelemente bei Wirbelthieren bisher noch allgemein mit dem indifferenten Namen „Körner“ bezeichnet werden. Bei den Wirbellosen fehlt ihnen Nichts, was sie als Zellen nach den bisher gangbaren Ansichten kennzeichnen kann.

In Betreff der von diesen kleinen Zellen auslaufenden Fasern ist oben schon das Nähere gesagt worden. Messungen derselben gebe ich absichtlich nicht, da dieselben doch nur sehr approximativ sein könnten. Die Grössenverhältnisse der Zellen folgen später bei der Besprechung der einzelnen Thierspecies.

So weit bestimmte Behauptungen. — Die nicht minder wichtige Frage: wie sich die Fortsätze der grossen Ganglienzellen mit ihren feinen Verästelungen zu den peripherischen Nerven, oder diesen kleinen Zellen verhalten, vermag ich nicht mit Sicherheit zu beantworten. Sieht man die Verhältnisse sanguinisch an, so liesse sich glauben, dass sich doch der bessern Ordnung der Dinge wegen die Ausläufer der grossen Zellen durch ihre feinen Ramificationen mit denen der kleinen verbinden müssten. Die Wege, welche die grossen Ausläufer nehmen, der gleiche Charakter der feinern von beiderlei Zellen abstammenden Fasern, lassen das auch sehr wahrscheinlich werden. Höchst beachtenswerth erscheinen mir unter diesen Umständen die Angaben und Zeichnungen von G. Walter, z. B. Taf. II u. III seiner oft citirten Untersuchungen. Nimmt man hinzu, was Gerlach und Berlin über die Structur der Hirnwindungen angeben, so neigt man sich leicht zu der in Rede stehenden Ansicht. Ich habe vom ganzen Cyklus meiner Untersuchungen her nur zwei Präparate aufzuweisen, welche ich den Walter'schen Angaben zugesellen möchte. Sie zeigen nicht diese vielfachen Verbindungen, welche Walter zeichnet, sind aber immerhin mit den Angaben Anderer zusammengehalten beachtenswerth, weshalb ich beide Taf. VIII. Fig. 6 u. 7 mittheile.

Dass es mir nicht gelungen ist, mehreres Derartige zu sehen, hält mich ab, hier ein Schema zu construiren. Jedoch glaube ich behaupten zu dürfen, dass ein Zusammenhang in dieser Weise stattfindet. Weitere Forschungen werden über die Ausdehnung desselben stricteren Aufschluss geben. So viel sage ich mit Bestimmtheit: „Niemals kommt bei den von mir untersuchten Evertebraten ein Zusammenhang der grossen Zellen mit den Axenfibrillen in der Weise vor, dass etwa ein stärkerer Ausläufer ohne Weiteres nach der Peripherie verliefe, und dort eben sich der Länge nach in feinste Fibrillen auflösen lasse.“ Den desfallsigen Angaben Walter's und Anderer kann ich durchaus nicht beistimmen.

Ebensowenig, wie es mir gelungen ist, das Primitivband einer cerebrospinalen Faser von Vertebraten in feinste Axenfibrillen zu zerspalten, konnte ich auch einen starken Ganglienzellenfortsatz von Wirbellosen in Parallelfasern auflösen. Es bleiben somit nur zwei Ansichten über den Verbleib der grossen Zellenausläufer übrig: Entweder Zusammenhang mit den kleineren Zellen, von denen die Axenfibrillen entspringen, oder directer Uebergang ihrer feinsten Ramificationen in letztere, vielleicht auch beides zugleich; ein Drittes, etwa freie Endigung in der molekulären Masse, wird Niemand vertreten wollen.

Stellen wir also am Ende dieser allgemeinen Uebersicht über den Ursprung der den Axencylindern gleichwerthigen Axenfibrillen der Wirbellosen das Endresultat zusammen, so ergibt sich: dass dieselben in den von mir untersuchten Fällen direct aus feinen Ausläufern kleiner bi- und multipolarer Zellen ihren Ursprung nehmen, entweder aus einem solchen Zellenausläufer ohne Weiteres, oder so, dass erst Theiläste desselben die Axenfibrillen sind. Niemals aber gehen direct Ausläufer der grossen unipolaren Nervenzellen, welche die Randpartieen des Ganglion constituiren, in periphere Nerven über.“

Einzelbeobachtung.

1) Mollusken (Limax maximus und hortensis, Arion ater, Planorbis, Paludina, Anodonta, Limnaeus stagnalis).

Ich sehe hier ab von den mehr makroskopischen Verhältnissen der einzelnen Hauptfaserzüge zu den Ganglien, der Zahl derselben etc. und verweise in Betreff dieser Dinge auf die Angaben Walter's (a. a. O. pag. 34 ff.).

Nur in Bezug auf den feinern Bau noch folgende Besonderheiten:

Die unipolaren Zellen der Mollusken, welche in der Randzone gelegen sind, zeichnen sich bei den meisten Arten, z. B. Limax, durch ihre enorme Grösse aus, so dass sie leicht mit blossem Auge gesehen werden können. Um das Drei- bis Vierfache kleiner finde ich sie bei Paludina, Anodonta und Unio. Ich kann in Betreff der leichten Herstellung von Ganglienzellenpräparaten die oben genannten Thiere vor allen andern empfehlen. Die grossen Zellen kommen sowohl unipolar als bipolar, einzelne multipolar vor, wie auch Walter angibt (pag. 39). Die Kerne dieser Zellen sind frisch ganz wasserklar und homogen hellglänzend. Beim Zerzupfen fallen sie leicht aus der durchaus membranlosen Hüllmasse heraus. Ein selbständiges Vorkommen freier Kerne, seien es diese grossen oder kleine, kann ich nicht annehmen. Dieselben stammen überall aus zerstörten Zellen, deren Membranlosigkeit das Austreten des Kerns so sehr erleichtert.

Manche der grossen Kerne führen zwei Kernkörperchen. Diese wiederum lassen nicht selten den von Mauthner beschriebenen Nucleololus sehen. Ich theile hier einige Maasse dieser grossen Kerne mit, im Verhältniss zum Kernkörperchen:

Kern:	Kernkörper:	
0,016	— 0,0033 Mm.	Limax maximus.
0,023	— 0,0035 „	
0,046	— 0,006 „	

Entsprechend schwankt auch der Durchmesser der Zellen selbst. —

Diesen grösseren Zellformen stelle ich die kleineren, die meist multipolar und bipolar sind, gegenüber; dieselben finden sich immer umstrickt von dem feinen Fasergewirr in der Mitte der Ganglienabtheilung. Diese sind es, welche wahrscheinlich mit den grossen Ganglienzellenausläufern einerseits in Verbindung stehen und deren Ausläufer mit oder ohne vorherige weitere Theilung die Axenfibrille bilden. Sie entsprechen der in der allgemeinen Uebersicht gegebenen Beschreibung ganz. Meist sind sie nach einer Richtung länger ausgedehnt.

Maasse bei Planorbis:

Länge = 0,01 — 0,013 — 0,016 Mm.
Breite = 0,005 — 0,006 — 0,01 „

Es sind die Formen, welche G. Walter unter der Rubrik „kleinste bipolare und multipolare Zellen“ pag. 40 beschreibt, und Taf. III. Fig. XIV u. XVII abbildet, welche

mit den meinigen am meisten übereinstimmen. (Abbildungen s. Fig. 6 u. 7 Taf. VIII. von Planorbis.)

Die Zellenfortsätze anlangend, so zerfallen sowohl die der grossen, als auch häufig die der kleinen Zellen bald dendritisch oder gabelig getheilt in feinere Aeste. Die Theile der grossen Zellfortsätze sind schon früher besprochen worden. Von den Fortsätzen der kleinen Zellen werden die feinsten direct, die andern nach vorgängiger Theilung zu Axenfibrillen. Niemals sah ich, trotz aller hierauf verwandten Mühe mit den verschiedensten Reagentien, ein Zerfallen der grossen Zellfortsätze in parallele Fibrillen (entgegen Walter pag. 40); immer gehen die feinen Fibrillen aus einer Verästelung, nie aus einer Parallelzerfaserung hervor.

In Bezug auf Walter's Angaben über Limnaeus stagnalis und die Mollusken überhaupt, bemerke ich noch Folgendes: Nach meinen Untersuchungen finde ich keine Veranlassung, besondere sympathische, motorische und sensible Zellen zu unterscheiden. Die vielfachen Grössenunterschiede und dabei die mannichfachen Uebergänge unter den einzelnen Formen lassen im gegebenen Falle doch keine Diagnose zu, ob etwas als motorische, sensible oder sympathische Zelle aufzufassen sei. Schwierig lässt sich auch mit G. Walter's Angaben in Uebereinstimmung bringen, dass bei vielen Mollusken durchweg kleine Zellenformen vorkommen, z. B. bei Paludina vivip., Anodonta, und dass keineswegs etwa compensirende Grössenverhältnisse zwischen den Zellen dieser Thiere vorhanden sind, nach welchen man die obigen Unterschiede festhalten könnte. Der Uebergang von Fortsätzen unipolarer Zellen direct in periphere Nervenfasern, wie ihn G. Walter pag. 42 von den sogenannten kernähnlichen Körperchen, deren Fortsätze direct in die Sinnesnerven übergehen sollen, annimmt, habe ich nicht beobachtet. Ueberall, wo ich die Ursprungsstelle eines beliebigen Nerven zerfaserte, bekam ich als unmittelbar zusammenhängende Zellformen nur die kleinen bi- und multipolaren zu sehen. Walter unterscheidet sich ferner von meiner Auffassung dadurch, dass er fast überall den unipolaren Zellen Theil an directen Nervenursprüngen gibt, und dass er jedenfalls, wie auch aus seinen Abbildungen zu schliessen, die Zahl der kleinen multi- und bipolaren Zellen gegenüber den grossen unipolaren Zellen zu gering auffasst. Seite 44 sagt er: „Auffallend ist die im Ganzen absolut überwiegende Zahl der grossen unipol., vegetativen Zellen gegen die anderen Zellenformen.“ Ich habe mich überzeugt, dass an Zahl jedenfalls die letzteren überwiegen. Anfangs war

ich zwar auch der entgegengesetzten Ansicht (noch bevor ich W's. Arbeit zu Gesicht bekam). Die natürliche Erklärung finde ich darin, dass fast bei jeder noch so sorgfältigen Präparation eine beträchtliche Zahl der kleinen Zellen zu Grunde gerichtet werden, während die grossen sich natürlicher Weise viel leichter erhalten und auch niemals übersehen werden.

Insekten.

Ich untersuchte auf die in Rede stehenden Verhältnisse nur Dytiscus marginalis und Hydrophilus piceus, und fand bei beiden das wesentliche Verhalten: „Ursprung der peripherisch weiter verlaufenden Fibrillen von kleinen multipolaren und bipolaren Zellen" durchaus bestätigt. Die Randtheile der Ganglien werden auch hier durchweg von den grösseren Zellen, namentlich unipolaren eingenommen. — Detailuntersuchungen sind aber hier weit schwieriger durchzuführen, da die Ganglien und Nerven viel weniger resistent sind, und ferner die zahlreiche Tracheenverästelung sehr hinderlich ist. Genauere Angaben vermag ich daher hier nicht mitzutheilen.

Würmer.

Hirudo medicin. Lumbricus agricola.

Ich habe beide Species genauer durchforscht, weil sich über beide bestimmte Angaben, sowohl von Helmholtz als auch von Walter finden, dass grosse Fortsätze der unipolaren Randzellen direct in periphere Körpernerven (Augennerven und Seitennerven der Ganglien) abgehen. — Vornehmlich habe ich auf die Bauchganglien meine Aufmerksamkeit gerichtet. Was die makroskopische Anordnung der Gehirnmasse und der Bauchganglien bei Hirudo betrifft, so kann ich den genauen und trefflichen Beschreibungen Walter's beitreten. Nur zwei Besonderheiten möchte ich hier noch hervorheben. Vergl. Taf. IX. Fig. 14. Ganglion von Hirudo medicinalis. —

Es findet sich fast constant zwischen beiden austretenden Seitennerven ein kleiner bogenförmiger Verbindungsstrang, der in der Mitte eine gangliöse Anschwellung mit den bekannten kleinen multipolaren Zellen hat. Walter sagt in Bezug auf dieses Verhalten pag. 10: Die vorderen und hinteren Seitennerven stehen aber beiderseits noch in directer Verbindung durch Fasern, welche an der Stelle des Eintritts der Seitennerven in die weisse Substanz bogenförmig in einander übergehen.

Oefters beobachtete ich auch an dieser Stelle eine grössere multipolare Zelle, welche seitlich in jeden Seitennerven und nach innen zu den beiden Brücken (zwischen den Seitennerven jeder Seite) ihre Fortsätze entsendete."

Ich füge hinzu, dass häufig (vielleicht immer?) statt einer multipolaren Zelle eine Anhäufung mehrerer gefunden werden, und dass diese Anhäufung in einer Art eigenen Kapsel ganz getrennt von der obern Ganglienmasse liegt. (Man vergleiche die Figur 14. Taf. IX. f.)

Weiterhin spricht sich Walter genauer über die auffallende Verbreiterung aus, welche die Commissuren zwischen je zwei Ganglien erfahren, kurz nach ihrem Austritt aus dem Ganglion. — Er hält sie nur hervorgebracht durch Einstreuung einer feinkörnigen Masse. Ich finde sie in derselben Weise und oft noch auffallender an den Seitennerven. W. unterscheidet an diesen eine mit kleinen Ganglienzellen entfernter vom Ganglion stattfindende Anschwellung, die auch Bruch beschreibt, aber mit apolaren Zellen erfüllt sah, und eine nähere, aus einer Invagination des Neurilems hervorgegangen. In der entfernteren Anschwellung, die ich allein beobachtete, habe ich ebenfalls kleine multipolare Zellen nachweisen können. Man kann sich versucht fühlen, hiernach die Anschwellungen an den Seitennerven von Hirudo direct mit den Spinalganglien der Vertebraten zu vergleichen. Ich adoptire die Bezeichnungen Walter's, wonach er die an der Peripherie der Ganglien gelegene Abtheilung mit grossen unipolaren Zellen als Ergänzungsmasse, die mittlere, feinkörnige Abtheilung als Leitungsmasse bezeichnet. Walter folgt hier der Idee, dass die grossen unipolaren Zellen vorzugsweise zur Hergabe neuer Nervenelemente dienen sollen, während die mittlere Ganglienabtheilung namentlich zur Verbindung der verschiedenen Nervenfasermassen unter sich bestimmt sei. Ich stimme im Wesentlichen mit dieser Annahme, — modificire sie aber dahin, dass die mittlere Leitungsmasse das stete, nothwendige vermittelnde Glied ist zwischen Ergänzungsmasse und leitenden peripheren Nervenfasern, und erweitere sie zugleich dahin, dass ich eine ähnliche Anordnung bei allen wirbellosen Thieren constatire, worauf, so viel ich weiss, W. kein Gewicht legt. — Aber auch hier, obgleich beide Massen so scharf getrennt sind, konnte ich niemals einen Fortsatz der Ergänzungszellen zu einem Seitennerven verfolgen. Vielmehr waren es überall die kleinen bi- und multipolaren Zellen der Leitungsmasse, deren Fortsätze unmittelbar zu Axenfibrillen wurden.

Es freut mich angeben zu können, dass auch Walter an anderen Stellen einigermassen mit mir übereinstimmend sich ausspricht, z. B. pag. 9: „In seinem (eines Verbindungsstranges) ganzen Verlaufe sieht man hintereinander liegende, grössere und kleinere multipolare Zellen, welche, wie es scheint, besonders den Uebergang der neuen Nervenelemente in die Faserzüge der Leitungsmasse zu vermitteln haben."

Die Form der kleinen multipolaren Zellen anlangend, so stimmt sie mit der früher von den Mollusken beschriebenen überein; die Grössenverhältnisse sind dieselben, wie weiter unten von Lumbricus angegeben wird. —

In Bezug auf das Verhalten der Seitennerven und der Verbindungsstränge verweise ich auf das im ersten Theile Gesagte; ich finde in beiden Theilen dieselben feinen Fibrillen, nur in anderer Anordnung. Der gegentheiligen Angabe Walter's, wonach in den peripheren Nerven die feinsten Fibrillen bis 3mal grösser sein sollten, als in den Commissuren, kann ich nicht zustimmen.

Schliesslich erwähne ich noch des von Walter als Gefäss beschriebenen medianen Stranges zwischen den Verbindungsfaserzügen, der ebenfalls von Ganglion zu Ganglion läuft. — Ich halte denselben für einen Nervenstrang und hat ihn auch schon sein Entdecker, Faivre, unter dem Namen intermediärer Nerv als solchen beschriebenen. Man vergleiche darüber die übereinstimmenden Angaben Leydig's. (Ueber das Nervensystem der Annel. l. c. pag. 90 ff.)

Lumbricus agricola.

Die Untersuchung von Lumbric. agric. bietet wieder eigenthümliche Schwierigkeiten, da ihm im Gegensatz zu Hirudo die feste Bindegewebsscheide fehlt und die nervösen Elemente von einer ungemeinen Zartheit sind. Wenn man aber zwischen so feinen Elementen noch Grössenverhältnisse abschätzen darf, so möchte ich behaupten, dass die Axenfibrillen von L. agric. die feinsten sind, welche man überhaupt beobachten kann. — Sehr schön sieht man unter Anwendung von Farbstoffen, namentlich des Anilins, die sowohl von Leydig als von Walter gegebene Darstellung, dass der Nervenstrang von L. trotz der äussern Vereinigung aus zwei ganz getrennten Längsabtheilungen besteht; nur einzelne Quercommissuren laufen von einer Seite zur andern. Die Beschreibung beider Autoren stimmt in den meisten Punkten mit dem, was ich sah, überein, und

verweise ich auf die beiden Abbildungen (Taf. IX. Fig. 10 u. 11), welche mir hier eine detaillirte Auseinandersetzung ersparen sollen. Man vergl. übrigens G. Walter pag. 15.

Abweichende Beobachtungen gebe ich in Folgendem: 1) Die von Walter pag. 17 u. 18 als zur inneren Bindegewebsscheide gehörenden breiten Fasern erkläre ich mit Leydig für Muskelfasern. Auch mir gelang es am frisch getödteten Thier die Contraction am Bauchmark zu beobachten. Sehr schön isoliren sich die Muskelfasern an Präparaten, welche in Salpetersäure mit chlorsaurem Kali gelegen haben. — 2) Die in der Mittellinie herablaufenden Bauchgefässe liegen nach meinen Untersuchungen tiefer, als Leydig und Walter angeben. Sie liegen innerhalb der muskulösen Scheide in der Mitte zwischen den beiden Längssträngen, umgeben von Bindegewebe uud einzelnen Ganglienkugeln. Sehr deutlich kann man sich von diesem Verhalten überzeugen, wenn man das Bauchmark einen Tag lang in concentrirte Oxalsäure legt. Bei leichtem Druck auf dasselbe tritt dann an beiden abgeschnittenen Enden das cylindrische Gefäss mit den Ausläufern hervor. Jedoch gelingt es leicht, auch an frischen Präparaten das Verhalten zu beobachten. Zuweilen tritt nur ein geronnener Strang Gefässinhalt hervor, der mich anfangs täuschte, wo ich ihn für einen intermediären Nervenstrang, ähnlich dem der Hirudineen ansah. 3) Mit der Angabe Walter's, als liege in der Mitte zwischen beiden Längscommissuren, also da, wo in der Abbildung Taf. IX. Fig. 10 die hellere Stelle fällt, ein Mittelstrang multipolarer Zellen, kann ich mich nicht einverstanden erklären.

Nach meinen Beobachtungen liegen die unipolaren Zellen nur an den Seiten der Verbindungsstränge angehäuft, meist an der Aussenseite nach der Bauchfläche hin. Sie fassen die kleinen multipolaren Zellen zwischen sich. Die innern, einander zugekehrten Flächen haben ebenfalls unipolare Zellen, jedoch in viel geringerer Anzahl. Sie sind einander mit ihren fortsatzlosen Seiten zugewendet und geben dadurch das Bild einer mittleren Zellenlage. Diese ist aber viel schwächer, als Walter sie zeichnet und konnte ich multipolare Elemente von der Grösse und Anzahl gar nicht finden. Auch liegen die Zellen nicht so sehr in der Tiefe zwischen beiden Commissuren, sondern mehr oberflächlich. Ich finde ferner, dass jedesmal dem Abgange eines, namentlich der paarigen Seitennerven gegenüber, die mehr von den gangliösen Anschwellungen entspringen, eine centrale Anhäufung der Leydig'schen granulären Substanz liegt, nach welcher hin die unipolaren grossen Zellen ihre Ausläufer richten, und aus welcher sich die fein-

sten Nervenfibrillen, sei es für die Commissuren, sei es für die Seitennerven, sammeln. [Ich sehe hier ganz ab, vom directen Uebergange der Commissurfasern in Seitennerven; mag man darüber die Abbildung und Walter's detaillirte Angaben vergleichen.]

Die besondere Erforschung dieser granulären Masse machte mir gerade hier sehr viele Schwierigkeiten, da, wie bemerkt, die Elemente von einer besondern Zartheit sind. Leydig's Punktsubstanz schien mir hier wenigstens zu ihrem Rechte gelangen zu sollen. — Auch Oxalsäure, von der ich sonst mit Vortheil Gebrauch machte, zeigte sich wirkungslos, bis ich schliesslich unter Anwendung der nach Schultze's Angaben bereiteten Chromsäurelösung von 0,02 — 0,03 Proc. und der Moleschott'schen schwachen Essigsäuremischung zum Ziele gelangte. Ich lasse die Präparate 1 — 2 Tage in der chromsauren Lösung liegen und bringe sie dann einen Tag in die Essigsäuremischung. Dies Verfahren kann ich für derartige Untersuchungen aufs Angelegentlichste empfehlen. Die Chromsäure erhärtet in geringem Grade sämmtliche Gebilde; in der schwachen Essigsäuremischung werden dann die bindegewebigen Theile wieder gelockert und aufgehellt, ohne dass die vorher erhärteten nervösen Theile in gleicher Weise leiden, vielmehr ihren dunklen Contour deutlich beibehalten. Namentlich eignen sich solche Präparate sehr gut zur Zerzupfung.

In dieser Weise löste sich auch hier die Punktmasse in ein Gewirr feinster Fäden, theils aus der Theilung der unipolaren Zellfortsätze, theils von den kleinen Zellen herkommend auf. Zwischen diesen sind überall die bekannten kleinen Zellenformen eingebettet, deren feinste Ausläufer wieder in die Nervenfibrillen übergehen. Die Gestalt der Zellen passt auch hier zu dem allgemeinen Schema. Grössenverhältnisse ergaben sich:

Länge = 0,0067 — 0,005 Mm.
Breite = 0,005 — 0,0035 Mm.

Im Gegensatz hierzu finden sich bei den grossen Randzellen, unter denen auch multipolare vorkommen, Dimensionen von

0,016 — 0,023 Mm. in der Länge
und 0,013 — 0,016 „ in der Breite

und darüber. — Wir finden hier also im Ganzen durchweg kleinere Maasse als oben bei den Mollusken. Mir ist es nie gelungen, an irgend einer Zelle eine Membran wahrzunehmen. Auch kann ich die bei Lumbricus mit besonderer Betonung gemachte Angabe Walter's vom Zerfallen der grossen Zellfortsätze in feinste Parallelfibrillen nicht bestätigen. Es findet, wie bei den Mollusken, nur eine Verästelung statt.

Die Ausläufer der kleinen Zellen sind zwischen 2—4 an der Zahl und zeigen alle die oben geschilderten allgemeinen Charaktere.

Crustaceen (Astacus fluviatilis).

Unser Flusskrebs lieferte mir die besten und überzeugendsten Präparate für die im allgemeinen Theile vorgetragenen Ansichten. Wiederum beschränke ich mich auf das, was speciell die zu erörternde Frage angeht.

Man findet im Gehirn von Astacus hauptsächlich 2 Zellenformen, die unbestritten als nervöse Elemente aufgefasst werden müssen: 1) Kolossal grosse unipolare Zellen. Dieselben nehmen, genau in der Weise, wie ich es vorhin für andere Evertebraten geschildert, den Rand der Ganglienmasse ein und schicken ihre einfachen Fortsätze der Mitte zu. Ihre Form ist eine nahezu kuglige. Eine besondere Membran kann ich an ihnen nicht nachweisen. Frisch behandelt mit einer adäquaten Flüssigkeit, welche hier im Krebsblut so leicht zu haben ist, zeigten sie mir selten ringsum ganz scharfe Contouren. An einer oder der andern Stelle war fast stets ein Stückchen Protoplasma abgelöst. Die Art und Weise, wie sie sich bei gelinder Quetschung verhalten, ein so leichtes und gleichmässiges Zerfallen und Zerfliessen des Protoplasma's lässt nur gezwungen eine Membran annehmen. Wenn Haeckel*) von besondern Bindegewebsscheiden der Ganglienzellen spricht, und dieselben damit in enger Verbindung abbildet, so zieht er meines Erachtens etwas zur Ganglienzelle, was gar nicht in so naher Beziehung zu derselben steht. Allerdings liegen die Ganglienzellen in Bindegewebsscheiden, wie denn bei Astacus das Centralnervensystem sehr reichlich mit Bindegewebe durchsetzt ist; jedoch ist nichts leichter, als die Zellen herauszupräpariren, die Scheiden bleiben dann als gerüstartiges Fachwerk zurück. Das Protoplasma ist auch im frischesten Zustande leicht körnig getrübt, wie ich in Uebereinstimmung mit Haeckel sehe; ein weiteres Structurverhältniss, etwa eine Schichtung, welche Walter auf seiner Tafel III. Fig. 2 abbildet, habe ich an frischen Präparaten nicht constatiren können. Als Massstab für die wahrhaft kolossalen Dimensionen führe ich von einer frisch gemessenen Zelle aus dem Schwanzganglion die Maasse an:

Zelle . . . = 0,1 Mm., Kern = 0,016 Mm.
Kernkörper = 0,006 Mm.

*) Ueber die Gewebe des Flusskrebses. Müller's Archiv 1857.

Manche kleinere Formen charakterisiren sich im Verhältniss zu den gleich zu beschreibenden besondern Zellen durch ihren ganzen Habitus so, dass man sie unbedingt den grossen anreihen kann, und ich eine besondere Abtheilung aus ihnen, wie G. Walter, l. c. pag. 30 es thut, nicht bilden mag. Die einfachen Fortsätze sind, wie bemerkt, fast radiär gegen die Mitte der gangliösen Anschwellungen gerichtet und unterliegen der Regel nach zahlreichen Theilungen. In einem Falle zeigte ein bereits mehrfach dichotomisch getheilter Fortsatz noch einen Zerfall in Parallelfibrillen. Das Präparat war aber lange mit concentrirter C_2O_3 behandelt worden, und lege ich deshalb weniger Gewicht darauf.

2) Kleinere multipolare Zellen. Hier fasse ich Alles zusammen, was G. Walter unter Nr. 3 und 4 pag. 30 beschreibt, d. h. multipolare Zellen und kernähnliche Körper mit fadenförmigem Anhang. Was Walter unter Nr. 5 als wirklich freie, anhangslose Kerne aufführt und abbildet, habe ich nicht in der Weise gesehen, glaube aber die Ansicht vertreten zu dürfen, dass es nicht etwa nervöse Elemente sind. Charakterisirt sind nun die hier zu besprechenden kleineren multipolaren Zellen vor Allem durch den im Verhältniss zur Protoplasmaschicht grossen Kern, dann durch die hier unzweifelhaft vorhandene Membranlosigkeit. Es kostet in der That Mühe, eine ganz unversehrte Protoplasmaschicht um den Kern zu sehen. Ein Haufen dieser Zellen macht ganz den Eindruck, als läge eine Summe von Kernen regelmässig zusammen in einem Lager diffusen Protoplasma's. Daher die so häufig wiederkehrenden Angaben von freien Kernen. Wenn man aber sieht, dass sich auch frisch immer eine Menge dieser vermeintlich freien Kerne mit einer immer gleich angeordneten und gleich mächtigen Schicht Protoplasma isoliren lassen, wenn direct Ausläufer aus letzterem hervorgehen, so kann man im Ernst an der Zellennatur dieser Gebilde nicht mehr zweifeln. Diese Fortsätze, meist 2—3 an der Zahl, von leicht körnigem Ansehen, sind von etwas winkligem Verlauf und verästeln sich meist noch weiter. Ob unipolare Formen unter den Zellen vorkommen, scheint mir zweifelhaft, obgleich manche nicht mehrere Fortsätze demonstriren lassen. Allein es möchte wegen der grossen Zartheit dieser Gebilde hier kaum eine definitive Entscheidung möglich sein. Der Kern ist sehr dunkel-körnig, weshalb auch ein Kernkörper gewöhnlich nicht zu sehen ist. Maasse ermittelte ich folgende:

a) Runde Formen: 0,013—0,023 Durchmesser, am häufigsten 0,016—0,017 Mm.

b) Elliptische Formen: Längsdurchmesser = 0,016 Mm.
„ „ Breitendurchmesser = 0,013 „
c) Die Kerne der grössern länglichen Zellen hatten:
Länge = 0,016, Breite = 0,010 Mm.
d) Die Dicke der Protoplasmaschicht fand sich
= 0,0025 — 0,003 Mm.

Mir ist es nun bei Astacus ganz evident erschienen, dass die feinen Axenfibrillen direct nur von diesen letzteren Zellenformen herkommen. Präparate, wie die abgebildeten, wo also feinste Fortsätze dieser Zellen mit andern derartigen zusammentreten und ein grösseres oder kleineres Bündel formiren, welches nun peripherisch weiterzieht, sind gar nicht selten. Bei der ersten Untersuchung sieht man auch hier wie überall nur eine granuläre Masse; es gelingt aber hier bedeutend leichter, sie in ihre Elemente aufzulösen. Sehr deutlich ist das Zusammentreten der feinsten Ausläufer zu Bündeln von Axenfibrillen, welche peripherisch weiterziehen und dort sich mit Scheiden umgeben, die sich aus dem Bindegewebe des Ganglions entwickeln. Allgemeine Scheiden kommen von der äussern Ganglienhülle, die secundären stammen höchst wahrscheinlich von dem innerhalb des Ganglions das Gerüst bildenden Bindegewebe her. Eine Ansicht, die aus dem Vorgetragenen unmittelbar folgt, dass nämlich in einem Axenstrange von Astacus Fibrillen von verschiedenen Ganglienzellen her vereinigt sein möchten, deutet bereits Haeckel an. Ausführlicheres finden wir bei G. Walter. Obgleich letzterer annimmt, dass die grossen Zellenfortsätze bei Astacus sich parallel in feinste Fäserchen spalten, und dass die Fortsätze direct in Nervenfasern übergehen, so finden wir doch bei ihm folgende Bemerkung l. c. pag. 32: „Während die Ausläufer „der kleinen unipolaren Zellen (sub 2. Walter) sich allmälig „zu einem gemeinschaftlichen Nervenfaserbündel vereinigen, „welches sich nur mit einer markhaltigen Scheide zu um„geben scheint, gehen die Ausläufer der grossen unipolaren „Zellen häufig direct in breite, markhaltige doppelt contourirte „Nervenfasern über. Wiederholt sah ich dieselben aber auch „gleich nach ihrem Ursprunge in feinste Nervenfibrillen sich „auflösen, welche dann theils an von andern unipolaren Zellen „kommende, theils an die Ausläufer multipolarer Zellen heran„treten, um gleichen Verlauf mit ihnen zu theilen. Indem sie „aber nachträglich von einer gemeinsamen Nervenscheide um„hüllt werden, geben sie zur Bildung eines scheinbar ein„fachen, in der That aber aus mehreren feinsten und dicht „nebeneinander gelagerten Primitivfibrillen bestehenden Axen-

„bandes Veranlassung. Auf diese Weise scheint es mir nicht „unwahrscheinlich, dass in einer breiten Nervenscheide feinste „Primitivfibrillen neben einander verlaufen, welche von ver„schiedenen Nervenzellen kommend auch verschiedenen „physiologischen Werthes sind etc.“ — Worin ich von dieser Darstellung abweiche, brauche ich wohl nicht besonders herzusetzen. —

2. Vertebraten.

Meine Untersuchungen über den Ursprung des Axencylinders bei Vertebraten erstrecken sich nur auf das Kleinhirn und Rückenmark vom Kalbe, Kaninchen und vom Frosch.

Dass ich hier der Untersuchung eine engere Grenze steckte, wird Jeder begreiflich finden, der weiss, mit welchen Schwierigkeiten die Durchforschung der Nervencentren bei Wirbelthieren verknüpft ist. Ich konnte selbst an diesen Orten nicht einmal auf jedes Detail eingehen, sondern habe mich nur bemüht, bestimmte Anschauungen über den Ursprung des Axencylinders zu gewinnen.

Vor Allem schien mir die Kleinhirnrinde geeignet. Die genaue und scharfe Abgrenzung der weissen Substanz von der grauen, die Faltung der Hirnsubstanz in die bekannten dünnen Blättchen, die ein Uebersehen eines Schnittes leicht möglich machen, führten mich dahin. Dünne Schnitte von Hirnsubstanz frisch untersucht, oder mit Chromsäurelösung von 0,05—0,06 Proc., oder mit Sublimatlösung von 0,03 Proc. behandelt, — Färbung mit Carmin nach der Gerlach'schen Methode, oder frischer Gehirne unter dem Mikroskop mit Anilinroth, lehrten mich Folgendes:

Die grossen Zellen der äussersten Schicht (die graue Schicht Gerlach's) (Wagner'sche Deckplatte) gehen mit einer Menge ungemein verästelter Ausläufer nach der Oberfläche hin; die Ausläufer hängen hie und da mit den bekannten kleinen Körnern, die sich mehr vereinzelt hier finden, zusammen. Nach der zweiten Schicht, der rostfarbenen Lage, oder der Körnerschicht zu, geht constant ein kleinerer Ausläufer, der sich auch bald sehr fein verästelt und in die Körner dieser Schicht einsenkt. Aus der Körnerschicht treten nun gegen die weisse Substanz hin eine Menge feinster Fäden von dem beschriebenen starren, leicht winkligen Ansehen hervor (ob Einwirkung des Sublimats?), welche sich ganz allmälig mit einer dünnen Markschicht umgeben und nun eine wirkliche Gehirnfaser mit Axen-

cylinder und Mark, jedoch ohne Primitivscheide darstellen. Einen bestimmten genau abgegrenzten Anfang hat das Mark hier nicht; es lagert sich allmälig in immer dickerer Schicht auf die aus den Körnern tretende nackte Axenfaser auf. Hier ist dasselbe Verhalten, wie wir es bei Wirbellosen in einfacher Form fanden. Grosse Zellen mit vielfach verästelten Ausläufern an der Peripherie, markhaltige Nervenfasern mit ihrem so leicht darstellbaren Axencylinder, dazwischen gelagert eine besondere Schicht, — bekannt unter dem Namen der rostfarbenen Körnerlage, in welcher sich die Spur der Fasergebilde verliert. Sind die Körner blos zwischengelagert, streichen die Fasern von den grossen Zellen nur zwischen ihnen durch und werden ohne Weiteres Axencylinder markhaltiger Hirnfasern, oder treten die Körner als eingeschaltetes Glied dazwischen? Diese Fragen suchte ich mir vor Allem zu beantworten. Ich behaupte nun ganz in Uebereinstimmung mit den Angaben Gerlach's (Mikroskop. Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858): dass die Körner einerseits mit den Zellenausläufern, andererseits mit den unzweifelhaften Axencylindern zusammenhängen, und zwar so, und ich mache besonders darauf aufmerksam, dass die feinen Ausläufer mehrerer Körner (ich zählte öfter 5—6) zu einem Axencylinder zusammentreten. Der Axencylinder der Vertebraten zeigt sich also hier bei seinem Ursprunge als aus mehreren faserigen Elementen in eine Faser verschmolzen. Ich sage ausdrücklich: verschmolzen, denn es wollte mir auf keine Weise gelingen, etwa eine Auffaserung des so entstandenen Axencylinders zu parallelen feinen Fasern zu erzielen.

Auf eine ausführlichere Beschreibung verzichte ich, da ich fast durchgehends den Angaben Gerlach's beipflichten muss und seiner trefflichen Darstellung nichts Neues oder Besseres hinzuzufügen weiss. — In Bezug auf Einzelheiten, die meiner Untersuchung näher liegen, Folgendes:

Ich schliesse mich der Meinung Kölliker's und Bowman's, die auch Gerlach gern zugibt, an, welche die als Körner bezeichneten Gebilde für kleine Zellen ansprechen, deren Hülle nur sehr dünn sei. Es gelang mir oft, eine dünne blassere äussere Lage (Protoplasmaschicht) zu beobachten, namentlich in frischem Zustande. Ich mache auch auf die oben beschriebene Form der kleinen Zellen bei den Wirbellosen aufmerksam, besonders auf die kleinsten bei Lumbricus und den Mollusken. Die Maasse fand ich wie Gerlach. Diese Zellen mit den Dorpater Autoren, denen sich auch

Kölliker anschliesst, für Bindegewebskörperchen zu halten, verbietet ihr durchweg gleiches Verhalten gegen Reagentien mit den als solchen sicher constatirten Nervenzellen, ihre Uebereinstimmung mit den Körnern der Retina, ihre kolossale Anhäufung in einer bestimmten Schicht, wie es sonst doch nie von Bindegewebskörperchen vorkommt, und es auch hier absolut unbegreiflich wäre, und vor allen der directe Uebergang ihrer Ausläufer in unzweifelhafte Axencylinder. Letztern Punkt anlangend, so habe ich mich sehr häufig durch Erregung einer Strömung unter dem Deckglase überzeugt, dass die Körner fest mit den Axencylindern verbunden waren.

Wie viele dieser kleinen Zellen, die ich der Kürze halber „Kornzellen" nennen werde, zur Zusammensetzung eines Cyl. axis mit ihren Ausläufern beitragen, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, doch treten immer entschieden mehrere dichotomisch oder auch dendritisch zu einem Cyl. axis zusammen. Ich stehe hier Gerlach entgegen, der das Abgehen einer bereits dunkelcontourirten (markhaltigen?) Faser von einer Kornzelle für das einzige in Wirklichkeit vorkommende Verhalten erklärt. Ich habe keinen Fall gesehen, wo wirklich markhaltige Fasern direct an eine Kornzelle stiessen oder mit anderen Worten, Kornzellenausläufer mit Mark umgeben waren; immer sind die Kornfasern von unmessbarer Feinheit, und erst die aus dem Zusammenfluss mehrerer Kornfasern nacheinander auftretenden Axencylinder nehmen eine feine, dunkle äussere Schicht an, so allmälig, dass man, wie bemerkt, von keinem distincten Anfang derselben sprechen kann. Man könnte allerdings sagen, es erstreckt sich die Markscheide auch noch auf die den Axencylinder zusammensetzenden Kornfasern hinaus; indessen hier hört das optische Vermögen unserer Mikroskope auf; es hätte das nur die Bedeutung einer durchaus subjectiven Ansicht. — Was Gerlach, pag. 7, von der denudirenden Wirkung der Chromsäure und ihrer Salze sagt, kann ich auch auf den Sublimat ausdehnen. Vielleicht in noch höherm Maasse werden dadurch die Axencylinder ihres Markes beraubt. Doch habe ich auch an frischen Präparaten vielfach diese Verhältnisse untersucht und recurrire einfach auf das Vorgebrachte.

b. Rückenmark. Besondere Untersuchungsmethoden waren hier die Behandlung mit den oft genannten Reagentien und feine Schnitte des in Chromsäure von 1,2 — 1,5 Proc. erhärteten Markes, die nachher nach der Reissner'schen Angabe *) mit Carmin gefärbt und mit Terpentinöl geklärt wur-

*) Neurologische Unters., Reichert u. Du Bois-Reymond's Archiv. 1862.

den. Ich habe auf diese Weise eine ganze Reihe zufriedenstellender Präparate erhalten, welche in Bezug auf die gestellten Fragen auch einige interessante Thatsachen lieferten.

Neben den grossen oft beschriebenen vielstrahligen Zellen der beiden Säulenreihen der Vorderhörner, der äussern Randpartien der grauen Substanz, den kleinern der Substantia gelatinosa und des Stilling'schen Kernes, von denen allen ich nur die ausserordentliche Verästelung ihrer Ausläufer hervorheben will, — bemerke ich beim Kaninchen durch die ganze graue Substanz zerstreut in grosser Menge kleinere meist multipolare Zellen von verschiedenem Habitus. — Die Zellen sind etwas stärker an den innern Partien in der Umgebung des Centralkanals angehäuft, fehlen jedoch auch nach aussen nicht. Ein Theil derselben, von mehr klarem, homogenem Ansehen, zeigt die gewöhnliche Sternform der Bindegewebskörperchen; andere erscheinen in sphärischen oder elliptischen Formen. Letztere sollen uns hier vorzugsweise beschäftigen.

Meine Messungen ergaben für dieselben eine fast durchgehende Grösse von 0,006 — 0,01 Mm. Ich gebe nur einen Durchmesser, weil die Formen fast zutreffend rund sind. Beinahe der ganze Zellenraum wird von dem Kern ausgefüllt, das Protoplasma bildet nur einen dünnen Saum; daher bekommt das ganze Aussehen der Zelle etwas glänzendes, stark lichtbrechendes, ähnlich wie das der Kornzellen vom Kleinhirn, und will ich dieselben daher ebenso nennen. — Kernkörper sah ich nur wenige Male deutlich, Im frischen Gehirn sind sie sehr schwer zu sehen, wenigstens als solche kleine Zellen zu erkennen. Man gewahrt wohl in der grauen Masse, in welche sie eingebettet sind, hie und da die stark hervortretenden Kerne; die Dunkelheit des Ganzen aber, die immer umhergestreuten Marktropfen, lassen keine klare Einsicht gewinnen. Ich habe aber sowohl an Präparaten, die mit Oxalsäure oder mit Moleschott's schwacher Essigsäuremischung behandelt waren, als auch an feinen Schnitten sie in der beschriebenen Weise gesehen. Von diesen Kornzellen gehen meist zwei auch drei sich verästelnde Fortsätze aus, die ich bis auf 0,033 — 0,04 Mm. Länge verfolgt habe. — Viel leichter und deutlicher sind die eben vom Kaninchen angeführten Verhältnisse am Froschrückenmark zu gewahren.

Ein guter Querschnitt zeigt hier neben den quer- und längsgetroffenen Nervenfasern, welche in der bekannten Weise gruppirt sind, dreierlei zellige Elemente:

1) Grosse, eckige, multipolare Zellen. Dieselben

sind von Bidder*) und Kupffer**) (Traugott's Arbeit war mir nicht zugänglich) abgebildet und hinlänglich beschrieben worden. Was ihre Form und die Zahl ihrer Ausläufer anbetrifft, so stimme ich mit den genannten Autoren vollkommen überein. Anderer Ansicht bin ich über ihre Beziehungen zu den Nervenfasern. Wenigstens gelang es mir nie, einen der grossen Fortsätze in eine dunkelrandige Nervenfaser hinein zu verfolgen. Auch ist die Verlaufsrichtung nur in seltenen Fällen eine solche, dass man annehmen könnte, sie würden in directe Beziehung zu einer Primitivfaser treten. Vielmehr tritt auch hier, wie Kölliker, Gewebelehre 4te Aufl. pag. 296 und 313 von den grossen Nervenzellen überhaupt angibt, eine reichliche Verästelung der zahlreichen Fortsätze ein, die schliesslich zu viel feinern Fibrillen führt, als es die Cylind. axis der dunkelrandigen Rückenmarksfasern sind. Diese Zellen nun liegen in je einer Gruppe zu beiden Seiten des Centralkanals im vordern innern Theile der grauen Substanz dicht beisammen und kommen ausserdem wenigstens in den obern Partien des Rückenmarks an keiner Stelle vor; ich zählte in verschiedenen Querschnitten jederseits gewöhnlich 15 — 20.

2) Kleine eckige, multipolare Zellen. (Ich gebrauche den Ausdruck multipolar, ohne damit sagen zu wollen, dass diese Zellen Nervenzellen seien.) Dieselben gleichen in der Form ganz den grossen Zellen, haben aber ein glänzenderes Aussehen. Sie liegen in grosser Zahl durch die graue Substanz zerstreut.

3) Kleine sphärische, oder elliptische Zellen, mit grossen, granulirten Kernen und einer dünnen Protoplasmaschicht um dieselben. Sie liegen in gleicher Anzahl wie die unter Nr. 2 aufgeführten Zellen meist zerstreut und abwechselnd mit diesen, öfters aber auch gruppenweise beisammen in der grauen Substanz. Das Protoplasma dieser Zellen ist durchaus membranlos, denn es finden sich hier dieselben Phänomene, wie z. B. an den ähnlichen Zellen bei Astacus. Ich sehe die Zellen meist bipolar; die stärkern Ausläufer theilen sich nach kurzem Verlaufe weiter. Die feineren haben ganz das Aussehen der schmalsten Axencylinder. Die Grössenverhältnisse dieser drei Zellenformen sind folgende:

---

*) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwicklung seiner Formelemente. Leipzig 1857. 4.

**) De medullae spinalis textura in ranis, ratione imprimis habita indolis substantiae cinereae. Dorp. 1854.

Grosse multipolare, längster Durchmesser = 0,033 Mm., geringster = 0,026 Mm. Dieses Maass ist an einer der grössten Zellen genommen, welche mir zu Gesicht kamen.

Kleine vieleckige, längster Durchmesser = 0,006—0,012 Mm., kleinerer = 0,005—0,006 Mm.

Kleine rundliche oder elliptische, runde: = 0,01—0,013 Mm., ovale, grösster Durchmesser = 0,01—0,016 Mm., kleinster = 0,006—0,01 Mm. Die Dicke der Protoplasmaschicht beträgt in den meisten Fällen kaum 0,001 Mm.

Kupffer hat, seinen Angaben nach zu urtheilen, die Zellen der zweiten Gruppe theilweise zur dritten gerechnet, und führt bei den grossen Zellen Maasse an von 0,008 Mm. ab, die ich wenigstens für die Zellen in der Nähe der Medulla zu gering finde. Der Unterschied zwischen der zweiten und dritten Form ist aber ein so bedeutender, dass er auf den ersten Blick nicht verkannt werden kann. Unrichtig ist die Angabe von Kupffer, dass in dünnen Partien eines Schnittes die rundlichen Formen immer fehlten, und da die wahre Gestalt, die eckigen Formen der Bindegewebskörper überall hervortrete. Sowohl frische Präparate, als solche, die mit Terpentinöl behandelt waren, zeigten auch an ganz isolirten Zellen, so wie durchweg in der ganzen Schnittfläche die charakteristische, mehr runde Form der Zelle, die auch durch die abgehenden Ausläufer nicht spindelförmig wird. Ob nun die kleine vieleckige Form durch Schrumpfung aus der dritten Form entsteht, kann wohl einfach deshalb mit „nein“ beantwortet werden, weil runde und eckige Formen dicht nebeneinander bei derselben Behandlung sichtbar sind, und das in den verschiedensten Präparaten. — Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks, pag. 900, erklärt mit Recht die von Kupffer abgebildeten sogenannten runden Zellen (Bindegewebskörper nach K.) für die Nuclei von unzweifelhaften Nervenzellen, — der von mir hier unter dem Namen „Kornzellen“, den ich jetzt für die Zellengruppe (3) brauchen werde, beschriebenen und abgebildeten Nervenzellen. Nur gibt Stilling die Maasse zu niedrig an. Der lichte Hof um die Zellen (Stilling) ist nur an erhärteten Präparaten zu sehen. Frische zeigen ganz dasselbe körnige Protoplasma, wie jede grosse Nervenzelle.

Kupffer und die Dorpater Autoren erklären zwar Alles, ausser den grossen Nervenkörpern, für Bindewebskörperchen, doch kann ich mich damit für die Form der „Kornzellen“

nicht einverstanden erklären. Immerhin bleibt es bedenklich, den bei weitem grössten Theil der grauen Substanz für Bindegewebe zu erklären, zumal die unzweifelhaften Bindegewebskörperchen, ganz aus der Nähe z. B. den Pia mater-Fortsätzen entnommen, ganz andere Formen haben, namentlich viel kleiner sind und mehr in die Länge gezogen, und granulirte Kerne von der eigenthümlichen Beschaffenheit gar nicht besitzen. Das kann aber Alles noch keinen triftigen Gegengrund abgeben. Für mich ist hier beweisend, dass diese Kornzellen durchaus den Kornzellen im kleinen Gehirn des Frosches gleichen. Das blattförmige kleine Gehirn von Rana zeigt ganz dieselben Zellen wie das Rückenmark, in ähnlicher haufenweiser Anordnung, wie ich es vorhin vom Rückenmark des Kalbes und Kaninchens beschrieb. Dieselben aber hier für Bindegewebselemente zu erklären, verbietet der offenbare Zusammenhang derselben mit feinen Fasern, die zu Axencylindern zusammentreten. Man möge die Fig. 3 *a*, *b*, *c*. Taf. VIII. vergleichen. Ich glaube auch nicht, dass Jemand eine Zelle, wie sie Fig. 4 *b*. Taf. VIII. vom Rückenmark des Frosches gezeichnet ist, für ein Bindegewebskörperchen ausgeben wird; solche Ausläufer existiren da nicht. Einen Zusammenhang der Ausläufer der grossen Ganglienzellen mit den Kornzellen konnte ich nicht nachweisen. — Wenn ich auch beim Rückenmark einen wirklichen Axencylinderursprung von den Ausläufern der kleinen runden Zellen nicht beobachtete, so liegt doch die Vermuthung sehr nahe, denn so weit ich die Wurzelfasern verfolgen mochte, sei es bei Fröschen oder Kaninchen, sie schienen immer aus der grauen Masse, in der die kleinen Zellen eingebettet sind, mit feinen Reisern ihren Ursprung zu nehmen. Je weiter sie verfolgt werden konnten, desto mehr verfeinerten sie sich durch stete Theilung. In Betreff der Verfeinerung der Wurzelfasern und ihrer Theilung wird man die bestätigenden Ansichten bei Kölliker, Gewebel. 4te Aufl. finden.

Aehnliches bemerkt Lenhossék*), wenn er z. B. pag. 44 sagt, dass in den Processus reticulares, gleichwie um die beiden Gangliensäulen eine amorphe, hyaline Grundmasse gelegen sei, in welcher nur sehr wenige zerstreute, pigmentlose Ganglienzellen ohne nachweisbare Fortsätze, im Uebrigen aber Kölliker's freie Zellenkerne eingebettet sind, die wieder in eine feine granulirte Substanz oder Moleküle sich allmälig zerstäuben und grösstentheils nur mehr als solche sich ununter-

*) Neue Untersuchungen über den feinern Bau des Centralnervensystems. Wien 1858.

brochen in diese Proc. reticul. hinein fortsetzen, aus welcher sich dann immer deutlicher werdende Primitivfaserzüge hervorbilden. Auch Stilling spricht öfter bei Säugethieren und Menschen von vielen rundlichen Zellen dergestalt, dass sie nicht allmälig, sondern plötzlich in Fortsätze übergehen. Neue Untersuch. pag. 852.

Goll, dessen Arbeit mir nur in dem Henle'schen Referat*) zu Gebote stand, beschreibt vom menschlichen Rückenmark drei Arten von Zellen, ganz in derselben Weise, wie ich sie beim Frosch eben vorgeführt habe. Uebergänge von Zellenausläufern in dunkelrandige Nervenfasern beobachtete er nicht.

Ich habe im Vorhergehenden eine Reihe von Thatsachen vorgebracht, welche einen directen Ursprung der peripheren Nervenelemente, sowohl der Wirbellosen als der Wirbelthiere, von den grossen Ganglienzellen der Centralorgane sehr problematisch machen. Am bestimmtesten lauten die Angaben über die Wirbellosen, welche es, im Zusammenhange mit G. Walter's, Leydig's u. A. Beobachtungen fast sicher erscheinen lassen, dass hier ein directer Uebergang der grossen unipolaren Randzellen in Axenfibrillen nicht vorkommt, sondern dass als Mittelglied ein Aggregat kleiner, eigenthümlich gebauter Zellen zwischengelagert ist. Die besondere Eigenthümlichkeit dieser Zellen finde ich namentlich darin, dass bei sehr grossem dunkelgekörnten Kerne nur eine dünne, membranlose Protoplasmaschicht vorhanden ist. Die Ausläufer dieser „Kornzellen" werden zu Axenfibrillen. Eine analoge Anordnung wurde im Kleinhirn vom Kalbe, Kaninchen, Frosch, und wie ich nach neuern Beobachtungen hinzusetzen kann, auch vom Aal, bestätigt.

Weniger Bestimmtes konnte über einen Zusammenhang der Elemente im Rückenmarke angegeben werden. Immerhin bleibt es, den Bidder'schen Angaben gegenüber, wichtig, eine Art von kleinen Zellen in der grauen Rückenmarks-Substanz constatirt und bestätigt zu haben, welche man mit Gewissheit als „nervös" ansprechen kann. Alle in der grauen Substanz vorkommenden zelligen Gebilde, wie Stilling es thut, für Nervenzellen zu erklären, fällt mir nicht ein. Vorläufig halte ich nur an der Ausscheidung der Kornzellen aus dem Bindegewebsreticulum fest. Die kleinen polygonalen Zellen sind sicher wohl zum grossen Theil Bindesubstanzgebilde, zumal sie ebenso in der weissen Substanz vorkommen, wie einige sehr schöne Präparate v. Wittich's, die ich einzusehen

*) Jahresbericht für 1860,

Gelegenheit hatte, unzweifelhaft darthun. — Den Aeusserungen Goll's und Kölliker's, Gewebel. pag. 312, 4te Aufl. zustimmend, wiederhole ich hier am Ende des Abschnittes noch einmal, dass es mir nie gelungen ist, den directen Uebergang eines grossen Zellenausläufers in eine dunkelrandige Nervenfaser zu beobachten. —

Es erübrigt noch über den Modus des Ursprungs des Axencylinders, oder besser der Zellenfortsätze von der Zelle selbst zu sprechen. Von welchem Theile der Zelle entspringt der Cylinder axis? Wir müssen hier trennen. Der Cyl. axis, oder dessen histologisches Homologon, die feinsten Nervenfibrillen der Wirbellosen, gehen stets aus der äussern Protoplasmaschicht der kleinen „Kornzellen" hervor, niemals vom Kern. Bei den Körnern der Kleinhirnrinde und vielen kleinen Zellen ist das allerdings schwierig zu beobachten; leicht indessen bei Astacus, und hier habe ich mich aufs sorgfältigste von der Wahrheit dieser Angabe zu überzeugen gesucht. — Aber auch die Fortsätze der grossen Zellen selbst, auf die wir, wenn auch indirect, wahrscheinlich den Axencylinder immer zurückbringen können, entspringen nie vom Kern oder Kernkörperchen, — gehen in allen Fällen nur aus der äussern helleren Protoplasmaschicht hervor. Ich kann somit den von Harless, Lieberkühn, G. Wagener, Axmann und neuerdings auch von Owsjannikow*) u. A. gemachten Angaben nicht beitreten. Nicht selten begegneten mir freie Kerne, an welchen ein Stückchen Protoplasma in Form eines spitz zulaufenden Fortsatzes kleben geblieben war. Vielleicht haben, wie, irre ich nicht, auch Buchholz meint, derartige Bilder die genannten Beobachter zu ihren Angaben verleitet. Ich kann mir sonst nicht erklären, wie unter den vielen Tausenden von Ganglienzellen, die zur Beobachtung vorlagen, mir nicht hätte ein einziges Beispiel der Art vorkommen sollen. Rein negative Angaben haben zwar immer etwas Missliches, indessen wollte ich doch nicht, da ich über so viel Material die Uebersicht hatte, meine in dieser Beziehung gewonnene Ansicht zurückhalten, zumal der Gegenstand vom grössten Interesse ist.

---

*) Recherches sur la structure intime du système nerveux des crustacés et principalement du Homard. Annales des Sc. natur. 1862.

III.

Peripherisches Endverhalten des Axencylinders.

Das Kapitel über die Endigungen der Nervenfasern an der Peripherie ist noch so wenig sichergestellt, dass man allgemein gültige Angaben darüber nicht erwarten darf. Durch eigene Untersuchungen über alle hier vorliegenden Fragen Auskunft zu geben, ist begreiflicher Weise eben so wenig möglich. Ich habe mich daher auf ein in der neuesten Zeit vielfach beschrittenes Gebiet beschränkt, und theile die gewonnenen Resultate hier ausführlich mit. Eine vorläufige Mittheilung derselben brachte bereits das Berliner Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1863. Nr. 24.

Endigungsweise der motorischen Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz.

Fast jede der in neuester Zeit über das Endverhalten der motorischen Nerven in den quergestreiften Muskeln ausgegebenen Publicationen*) verficht eine andere Ansicht. Selbst die Frage, ob die Endigung ausserhalb des Sarcolemms oder innerhalb desselben stattfinde, ist durchaus streitig. Für die erstere Meinung sind in Bezug auf den Frosch Kölliker, Rouget und Krause aufgetreten; die zweite findet ihre Vertreter in Kühne, Margó, Engelmann u. Letzerich; für höhere Thiere auch in Rouget.

Die Anschauungen über den Modus des Endigung selbst weichen eben so sehr ab. Ohne hier die verschiedenen An-

---

*) W. Kühne, Unters. über Bewegung und Veränderungen der contractilen Substanzen. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1859. pag. 564.

und: Ueber die periph. Endorgane der motorischen Nerven. 1862. 4. Leipzig.

Margó, Ueber die Endigung der Nerven in der quergestreiften Muskelsubstanz. Pest 1862.

Kölliker, Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven. Erste Abtheilung: Endigung der Nerven in den Muskeln des Frosches. Leipzig 1862.

Rouget, Note sur la terminaison des nerfs moteurs etc. Comptes rendues. Tom. 55. 29. Sept. 1862.

Naunyn, Ueber die angeblichen Endorgane der motorischen Nervenfaser. Reichert's u. Du Bois-Reymond's Archiv. 1862.

Krause, Nachrichten von der G. A. Univers. 28. Jan. 1863.

und: Henle u. Pfeufer's Zeitschr. 1863.

Neuerdings noch zwei vorläufige Berichte von Th. W. Engelmann und Letzerich. Vergl. Berl. medic. Centralblatt. 1863.

gaben aufzählen zu wollen, stelle ich die Ergebnisse meiner Beobachtungen zusammen, zunächst in einer allgemeinen Betrachtung, der ich nachher die Resultate der Einzeluntersuchung folgen lasse.

Als allgemeines Resultat finde ich, dass die Behauptungen von Rouget und Krause in Betreff der Endigungsweise in sogenannte motorische Endplatten (Krause) richtig sind. Ich werde daher für die Folge diese Bezeichnung beibehalten. Sieht man von Astacus fluviat. ab, so kann man nunmehr wohl die motorische Endplatte als etwas allgemein Geltendes ansehen, denn eine Zusammenstellung der übereinstimmenden Beobachtungen von Rouget, Krause, Engelmann, Letzerich und mir ergibt, dass dieselbe für wenigstens einen Repräsentanten aus jeder Klasse der mit querstreifigen Muskeln versehenen Thiere gesichert ist.

Die Muskelnerven treten, nachdem sie sich bei Wirbellosen und Wirbelthieren in verschiedener Weise verzweigt haben, an die einzelnen Primitivbündel heran. Der Unterschied bei der Theilung der Nervenfasern beider Abtheilungen ist im Allgemeinen schon im ersten Abschnitt angegeben. Bei den Wirbellosen geht innerhalb des Muskels die letzte Theilung gern so vor sich, dass ein grösseres Bündel in zwei oder drei letzte Nervenfibrillenbündel zerfällt, die dann ungetheilt weiter bis zur Endplatte verlaufen. An der Theilungsstelle findet man meist eine dreieckige Anschwellung, die Margó für eine peripherische Ganglienzelle erklärt hat. Abgesehen davon, dass ich nie einen Kern inmitten solcher Anschwellung sah, sondern stets mehrere an den Seiten, grade wie die üblichen Neurilemmkerne gelagert, erklärt sich das Vorkommen dieser Verbreiterungen rein mechanisch aus der Art der Theilung, wenn dabei die Nervenfasern stark divergent auseinandergehen. Uebrigens habe ich auch öfter bei Crustaceen die Fibrillen in ihrer charakteristischen Weise die Anschwellung durchsetzen gesehen, so dass ich diese Gebilde nicht für eingeschobene Ganglienzellen halten kann. Man vergl. die Abbildungen Taf. IX. Fig. 15. und Taf. VIII. Fig. 2.

Bei den Wirbelthieren ist das Theilungsprincip verschieden. Häufig sind solche 3—4fache Theilungen einer Primitivfaser, wie ich sie Fig. 23. Taf. X. abgebildet habe. Man möge dazu die Reichert'schen bahnbrechenden Untersuchungen am Brusthautmuskel von Rana vergleichen*). — Dabei laufen die Endfasern eine ziemliche Strecke weit quer und schräg über andere

*) Müller's Archiv. 1851.

Muskelfasern hinweg der für sie bestimmten zu. In anderen Fällen sind diese Endfasern nur sehr kurz (Rana): Nervenendbüsche (Kühne). Doch kommt es auch hier vor, dass die Fasern eine kurze oder lange Strecke der Längsrichtung des Muskels parallel verlaufen, in dessen Endplatte sie übergehen sollen. Bei den ungleich kürzeren Muskeln der Vertebraten habe ich häufig 2—3 Fibrillenbündel zu einem Muskelschlauch treten gesehen. Ueberall indessen bestätigt sich das Gesetz, dass die Vertheilung der Nerven in einer ganz bestimmten Gegend des Muskelbauches stattfindet, von der man sich erst bei jedem einzelnen Muskel Kenntniss verschaffen muss, wenn man schnell und sicher Nervenendigungen auffinden will. Ganz richtig bemerkt in Bezug auf dieses Krause, dass man nicht aufs Gerathewohl von jedem beliebigen Muskel Stücke nehmen kann und zugleich erwarten, dass man in jedem Nervendigungen sehen würde. Die Nervenfasern, welche schliesslich in die motorische Endplatte übergehen, sind bei Wirbellosen in der oben angegebenen Weise gebaut. Vertebraten haben bis zum Herantritt an die Muskelfaser, Nervenscheide, Mark und Axenband; ausserdem noch das mit dem Perimysium intern. zusammenhängende Perineurium. Der Uebergang selbst geschieht nun in der Weise, dass Perineurium zum Perimysium, Nervenscheide zum Sarcolemm, und Nerveninhalt zur eigentlichen Endplatte geht. — In Betreff des Markes folgt weiter unten das Nöthige.

Die Form der motorischen Endplatte ist eine rundliche, der Längsrichtung des Muskels nach gewöhnlich verlängerte. Abweichungen finden sich in mehr oder minder constanter Weise. Hierüber, sowie in Betreff der Grössenverhältnisse verweise ich auf die Angaben bei den einzelnen Thierspecies. Die Endplatten bestehen im Wesentlichen aus einer feingranulirten Masse, in welche ziemlich zahlreich dunklere, grössere Körner und kleine, scharf contourirte Bläschen (wahrscheinlich Fett) eingestreut sind. Meist geht der Axencylinder (wie ich hier mit einem Worte den wesentlichen Nervenscheideninhalt aller Thierklassen benennen will) nach zwei Seiten in die Platte über. Gute Profilansichten lehren, dass letztere gegenüber dem Nerveneintritt am stärksten ist, und dann nach beiden Enden hin, gewöhnlich aber nach dem einen rascher, wie nach dem andern, abnimmt. Nerv und Platte zusammen möchten so am passendsten mit einem etwas langgezogenen, schildförmigen Blatt, z. B. von Tropaeolum, verglichen werden. Der Zusammenhang des Axencylinders mit der Platte ist in keiner bestimmten Weise formirt, vielmehr breitet sich ersterer

einfach plattenförmig aus. Kühne hat in seinen Nervenendknospen beim Frosch, Krause für die Endplatten der Katze eine Endigung des Axencylinders in der Plattenmasse mit einem abgerundeten Knöpfchen, ähnlich wie bei den Pacini'schen Körperchen beschrieben. Ich finde derartiges bei den motorischen Endplatten bestimmt nicht. Bei Wirbellosen ist ein solches Verhalten schon des eigenthümlichen Baues der Nerven wegen nicht möglich. Das Verhalten der Platten im polarisirten Licht, — einfach brechend, wie der Axencylinder, ihre mikrochemischen Reactionen übereinstimmend mit denen des Axencylinders oder des Inhalts einer Ganglienzelle, lassen es schon von vorn herein bedenklich erscheinen, innerhalb einer in allem sonstigen Verhalten ganz gleichen Masse noch eine besonders abgestutzte Endigung des Axencylinders anzunehmen. Auf die Kühne'schen Angaben komme ich bei Rana zurück. Eine feinere Structur an der granulirten Masse der Endplatten konnte ich ebensowenig wie Krause nachweisen. Bedeutsam scheint es mir jedoch, zu erwähnen, dass der Cyl. axis sowohl von einer ähnlichen, feingranulirten Substanz, dem Ganglienzellprotoplasma, ausgeht, als auch in seinem Verlaufe bei starker Vergrösserung feinkörnig erscheint. Unter Berücksichtigung dieser Momente ist der diffuse Uebergang des Axencylinders in die Endplattenmasse durchaus nicht auffällig. Ob auch das Mark zur Endplatte übergeht, ist mir zweifelhaft. Rouget sagt von ihm: „La couche de substance médullaire cesse brusquement en ce point.“ Auch Kühne lässt die Endfasern nackte Axencylinder sein. Meiner Meinung nach lässt sich hierüber mit unsern Hülfsmitteln noch nicht sicher entscheiden, wenigstens möchte es sehr schwierig sein, zu bestreiten, ob nicht eine dünne Markschicht den Axencylinder bis zur Plaque begleitet. Sicher ist so viel, dass der dunkle, nicht zu verkennende Markcontour, welcher den Nerven ans Sarkolemm begleitet, hier scharf abbricht. Die feinen Cyl. axis im Gehirn besitzen aber auch schon lange eine dünne Markhülle, ehe bei ihnen der charakteristische, dunkle Doppelcontour erscheint.

Eine Eigenthümlichkeit der Vertebraten ist die Anhäufung der Nervenscheidenkerne auf der Platte, gewöhnlich 8—12 und mehr an der Zahl. Dieselben geben ein gutes Mittel zur Auffindung der Platte selbst ab. Bei den Evertebraten sind sie minder zahlreich, fehlen jedoch nie ganz. — Vergl. die Abbildungen von Astacus.

Einer der schwierigsten Punkte bleibt die Entscheidung über die Art des Zusammenhanges der Endplatte mit dem

quergestreiften Inhalt. Die Cardinalfrage ist hier: Liegt die Platte innerhalb des Sarkolemmaschlauches, oder aussen auf demselben? Die bisherigen Untersucher haben sich darüber nicht zu einigen vermocht. Ich habe mich bereits dahin ausgesprochen, dass die Platte innerhalb des Sarkolemma's liege; die Gründe für meine Ansicht sind folgende:

1) Bei den Insekten und Crustaceen weist die directe Beobachtung unzweifelhaft nach, dass die Nervenendplatte innerhalb des Sarkolemms gelegen ist. (Das Nähere habe ich bei den betreffenden Species ausführlich erörtert.)

2) Bei den Vertebraten, für welche Krause namentlich seine Ansicht, dass die Platte innerhalb des Sarkolemms liege, vertheidigt, lässt schon die sonstige genaue Uebereinstimmung auch auf ein gleiches Verhalten in dieser Beziehung schliessen. Profilansichten ergeben ferner, dass einmal kein scharf abgeschnittenes Aufhören der Platte an deren Rändern stattfindet, sondern die granuläre Masse in einzelnen Körnchen und Partikeln sich noch lang an dem Contour der Muskelfaser hin erstreckt, hie und da durch quergestreiften Inhalt unterbrochen erscheinend. In der Weise, wie Krause (s. Fig. 1 u. 3, bei Krause) die Platte aufgelagert zeichnet, habe ich sie nie sehen können. Ein leichtes Hervorstehen der Platte findet nur Statt an der Eintrittsstelle des Nerven, oder, wenn durch Dehnung der Nerv seitlich vom Muskel etwas abgezogen wird. In dieser Weise entsteht immer eine Art trichterförmiger Figur (vrgl. Fig. 16. Taf. IX.), in welche sich der quergestreifte Inhalt hineinsenkt. Drückt man aufs Präparat, so macht die Plattenmasse so genau und conform alle undulirenden Bewegungen des quergestreiften Inhalts mit, — bleibt immer so genau in ihren einzelnen Abschnitten den von Anfang an correspondirenden Theilen des Inhalts anhängen, wie ich es mir nur erklären kann, wenn ich mir beide Theile in derselben Hülle, in unmittelbarem Contact denke. Wäre ferner die Platte aussen auf dem Sarkolemm noch mit einer besondern Hülle umgeben, so müsste an der Uebergangsstelle dieser ins Sarkolemm eine, wenn auch noch so geringe Verdickung des letzteren wahrzunehmen sein. Das gelingt aber auch mit den stärksten Vergrösserungen nicht. Ich gestehe, dass mir die Entscheidung durch die Fokaleinstellung bei der Ansicht von der Fläche sehr problematisch vorkommt. Wie will man sehen, wann der quergestreifte Inhalt zuerst anfängt ein deutliches Bild zu geben, wann die Platte? Eine viertel bis halbe feine Schraubendrehung hält wohl jede der Dicke nach homogene Masse aus, ohne dass man sagen kann, es sei nun z. B. ihre obere

Grenzfläche mehr oder weniger deutlich geworden. Man sieht stets beides zugleich, Platte und Querstreifen. Wo aber das eine anfängt, zuerst deutlich zu erscheinen, wo das andere? da kommt mir die Entscheidung unsicher vor. — Was Krause für seine Meinung anführt, dass einmal die die Platte deckende Bindegewebsmembran in Natron blass werde, während das darunter befindliche Sarkolemm dunkel bleibe, sowie zweitens, die Verschiedenheit der Kerne der Platte und des Sarkolemms, ist nicht streng beweisend. Man stelle sich, wie es ja in der That auch ist, Sarkolemmaschlauch und Neurilemmaschlauch als zwei mit einander communicirende Röhren vor, wie etwa ein schwächeres Blutgefäss von einem stärkern abgeht. Nehmen wir einfach an, dass an der Stelle des Zusammenstosses, grade da, wo die Endplatte liegt, die Hülle der schwächern Röhre, die Nervenscheide, gleichsam in den derbern Sarkolemmaschlauch hineingeflickt sei, und dass erst am Rande der Platte der ächte Sarkolemmacharakter wieder auftrete, so verstehen wir sofort die Richtigkeit der Natronreaction und das Vorkommen der besondern Kerne, ohne dass Muskelkerne ihnen beigemengt sind. Dass bei Zusatz von Kali bichromic. der vermeintliche Sarkolemmacontour unter der Platte so deutlich auftritt, beweist meines Erachtens mehr gegen Krause, denn durch das Schrumpfen der Terminalplatte und des Muskels wird der Grenzcontour zwischen Muskelinhalt und Platte immer viel deutlicher hervortreten müssen.

Hiernach stelle ich den allgemeinen Satz auf, dass die motorischen Endplatten überall innerhalb des Sarkolemma's gelegen sind, und zwar dicht unterhalb desselben, oder strenger genommen, seines Ersatzes durch die Nervenscheide, die aber mit dem Sarkolemm eine gemeinsame Röhre bildet. Besondere Mühe verwandte ich auf die Lösung der Frage, ob nicht etwa noch ein Zusammenhang zwischen quergestreiftem Inhalt und der Plattenmasse stattfinde. Ich muss jeden nähern, substantiellen Zusammenhang verneinen. Solide Uebergänge zwischen beiden Gebilden kommen nicht vor, nur inniger Contact. Soweit die allgemeinen Verhältnisse. Besonderheiten bei den einzelnen Abtheilungen der Vertebraten und Evertebraten ergaben sich folgende:

A. Vertebraten.

1) Petromyzon.

Die Nerven endigen hier in kleinen Platten; leider erhielt ich kein genügend scharf begrenztes Präparat, um sichere Messungen vornehmen zu können.

2) Esox lucius.

Beim Hecht sind die Platten ziemlich lang, aber sehr schmal und dünn (vergl. Fig. 4. Taf. IV.). — Die Längenausdehnung fand ich an einem Präparate = 0,15 Mm., die Dicke an der Eintrittsstelle des Nerven = 0,005 Mm.

3) Rana.

Hier zeigen die Endplatten ein etwas abweichendes Verhalten. Die meist quer oder schräg zu den Muskelfasern verlaufenden Nervenfasern gehen nach den gewöhnlichen Theilungen oft noch einmal dichotomisch auseinander, um dann sofort, nach ganz kurzem Verlauf, in die Endplatte einzutreten, wobei eine Anhäufung von Kernen stattfindet. Die Platte selbst hat nicht die gewöhnliche Schaufelform sondern ist sehr in die Länge gezogen; häufig wechseln schmalere und breitere Stellen ab. Ich darf für diese Verhältnisse durchweg auf die Kühne'schen mit mittlerer Vergrösserung gefertigten Zeichnungen verweisen *). Nur sind die Platten im Allgemeinen wohl etwas zu schmal gezeichnet, und die breiteren Stellen zu stark hervorgehoben. Kühne scheint mir eben diese Verbreiterungen als seine Nervenendknospen aufgefasst zu haben; sie zeigten mir aber durchaus nichts von der ihnen zugeschriebenen Structur und kann ich mich diesem Theil der Kühne'schen Darstellung nicht anschliessen. Ich habe nur einen Fall abgezeichnet, Fig. 19. Taf. X, der mehr dem Verhalten bei den übrigen Vertebraten sich anschloss. Maasse fand ich bei diesem Präparat: Länge = 0,083 Mm., Breite = 0,02 Mm., Dicke der Nervenfaser beim Eintritt = 0,01 — 0,007 Mm. Von den gewöhnlicheren Formen sind eben der Unregelmässigkeiten wegen keine belangreichen Maasse zu nehmen. Die Länge einer solchen Ausbreitung, für die der Name „Platte" schon weniger passen dürfte, fand ich beispielsweise = 0,133 Mm. Länge. — Die Angaben in meiner vorläufigen Mittheilung über Rana sind hiernach zu berichtigen.

4) Lacerta agilis gab mir von allen die besten Präparate. Intercostalmuskeln derselben 1 — 2 Tage in Moleschott's schwacher Ac. Mischung aufbewahrt, liessen sich häufig in der Weise ausbreiten, wie ich es Fig. 23. Taf. X. wiederzugeben versucht habe. Die Endplatten sind hier vollständig der vorhin gegebenen Darstellung conform: Länge = 0,06 — 0,07 Mm , Breite = 0,04 — 0,05 Mm., Dicke an der Eintrittsstelle des Nerven = 0,006 Mm. Es würde nur eine

*) Ueber die per. Endorgane der motor. Nerven. Taf. I. Fig. 4, Fig. 3 u. 2.

unnütze Wiederholung des oben weiter Ausgeführten sein, wollte ich die Verhältnisse bei allen Säugethieren schildern. Nur bemerke ich noch, dass bei den Vögeln der Kleinheit der Gebilde, der massenhaften Kerne im Muskel und des vielen Bindegewebes wegen die Untersuchung am schwierigsten ist. Im Anschluss hieran kann ich dem von Krause aufgestellten Satze beistimmen, dass die Grösse der Endplatten weniger mit der Grösse des Thieres, als mit der Grösse der Muskelfaser variirt, so dass im Allgemeinen die grösseren Muskelfasern auch die grösseren Endplatten haben.

B. Evertebraten.

1) Insekten (Hydrophilus piceus; Dytiscus marginalis).

In Betreff der Verästelungen der Muskelnerven und ihrer Beschaffenheit ist bereits früher das Nöthige gesagt worden. Von Untersuchungsmethoden muss ich für die Wirbellosen überhaupt vor allem der Durchmusterung ganz frischer, womöglich noch zuckender Fasern das Wort reden; sie geben die besten Bilder. Schon öfter ist für Wirbellose eine directe Verbindung zwischen Nerv und Muskelfaser, und zwar in Form eines dreieckigen Ansatzes des ersteren an die letztere beschrieben worden. (Doyère und Quatrefages bei den Tardigraden, später Meissner in Zeitschr. für wiss. Zool. Band V. von Mermis; Munk: Göttinger Nachrichten 1851. I.) Die genauesten Angaben hat Kühne*) von Hydrophilus piceus und Dytiscus marginalis gemacht. Ich kann dessen Beschreibungen fast durchweg zustimmen.

Die Nervenscheide geht direct ins Sarkolemm über; die Axenfibrillen treten in den Muskelschlauch ein, so dass sie, oder wenigstens ihre Derivate in unmittelbaren Contact mit der quergestreiften Substanz kommen. Ich sage absichtlich „Derivate“, denn zwischen die noch als solche erkennbaren Axenfibrillen und der quergestreiften Muskelmasse ist dieselbe granuläre, weiche Masse eingelagert, wie wir sie in der allgemeinen Beschreibung als Endplattenmasse kennen gelernt haben, und ist auch die dort beschriebene Form hier mit der grössten Deutlichkeit wieder zu erkennen. — Für diese Käfer halte ich es nun für ganz sicher, dass die motorische Endplatte innerhalb des Sarkolemms gelegen ist, und habe ich deshalb eine Reihe von Abbildungen gegeben, welche dies zu beweisen geeignet sind.

*) a. a. O.

Nicht selten gelingt es, Bilder nach Art der Fig. 15. Taf. IX zu gewinnen. An mehreren derselben, wo die Muskeln noch eine geraume Zeit unter dem Mikroskope weiter zuckten, war es nun sehr interessant, zu beobachten, wie durch die abwechselnden Bewegungen der beiden Muskelfasern der dreieckige Nervenabsatz immer weiter hervorgezogen und verlängert wurde. Reisst man dann noch unter einer starken Lupe mit feinen Nadeln, was mitunter gelingt, den Nerven aus, und beobachtet nachher den zerklüfteten Riss im Sarkolemm, so wie die hervorgequollene Endplattenmasse, so sind solche Ansichten wohl geeignet, jeden Zweifel zu heben. Ich hoffe, dass man sonach die Angaben Kühne's für diese Thiere wenigstens als feststehende Thatsachen allgemein adoptiren wird, zumal es so leicht ist, an jedem Präparat vorsichtig zerzupfter frischer Käfermuskeln sich zu überzeugen. Die Kühne'schen Darstellungen von dem Verhalten der intramuskulären Körner- oder Kernreihen sind mit den von mir gewonnenen Bildern vollkommen übereinstimmend. Den Angaben Margó's, die man a. a. O. nachsehen möge, kann ich jedoch durchaus nicht beistimmen. Ebenso, wie für Kühne, liegt auch für mich in dem Gesehenen kein bestimmter Schluss auf die nervöse Natur der betreffenden Gebilde (der Körner). Berücksichtigt man die Untersuchungen Weissmann's *) über die Entwicklung der Insektenmuskeln, so wie den Umstand, dass mehrere Kernreihen in einer Faser vorkommen, während doch nur eine mit der Endplatte in Verbindung steht, so wird man eine Hypothese von einer Zusammengehörigkeit beider nicht sofort acceptiren. (Cf. jedoch das pag. 252 von Astacus Gesagte.)

2) Bei Arachniden, z. B. Argyroneta aquatica, fand ich die Muskelnervenendigung genau so, wie bei den vorstehend besprochenen Käfern.

3) Crustaceen. — Die massigen Primitivbündel von Astacus fluviatilis erschienen mir von vorn herein als ein treffliches Object zum Studium der Muskelnervenendigung, zumal auch die Nerven bis in ihre letzten Verzweigungen hinein, vermöge ihrer festen Scheide sehr leicht zu conserviren sind, und Manipulationen, wie sie beim Zerzupfen vorkommen, von ihnen weit besser, als von den Insektennerven ertragen werden. Die Nerven, welche zu den Krebsmuskeln herantreten, stammten überall, wo ich die Sache weit genug verfolgen konnte, von den eigenthümlichen kolossalen Faserbündeln ab, welche bereits im ersten Theile besprochen sind. Bei Astacus

*) Henle u. Pfeuffer's Zeitschr. 1862.

fluviatilis nun liegt hart unter dem Sarkolemm eine durchschnittlich 0,026—0,035 Mm. breite Schicht einer eigenthümlichen grobkörnigen Masse, welche bereits von Leydig (Histol. pag. 134) bei Argulus foliaceus abgebildet und beschrieben ist. Haeckel *) erwähnt ihrer besonders von der Herzmuskulatur. Nach meinen Erfahrungen kommt sie jedoch fast in derselben Ausdehnung bei sämmtlichen Muskeln von Astacus vor. Anfangs schien sie mir wie ein Cylindermantel, gleichsam als zweites körniges Sarkolemm, den quergestreiften Inhalt allseitig zu umgeben. Es kommen jedoch auch Stellen am Muskelprimitivbündel vor, wo sie gänzlich fehlt, oder nur in sehr dünner Lage vorhanden ist. Die Kerne derselben sind grösser als die Muskelkerne und von mehr rundlicher Gestalt, und ähneln mehr den Nervenscheidenkernen, oder noch besser den Kernen der als „Kornzellen" von Astacus im zweiten Abschnitt beschriebenen Gebilde.

Leicht sieht man nun, dass sich die Nervenbündel mit dreieckig verbreiterter Basis an die Muskelfasern ansetzen. Die äussere, bindegewebige Nervenhülle geht zum Perimysium der Muskelfaser, die Nervenprimitivscheide zum Sarkolemm, die Axenfibrillen gehen direct in die grobkörnige Masse über. Die Zeichnungen werden das am besten erläutern. Grade hier lässt sich am evidentesten erweisen, dass die Nervenendigung innerhalb des Sarkolemms stattfindet. Abgesehen von der einfachen Ansicht, nach der auch schon Leydig und Haeckel das Sarkolemm jene molekuläre Masse einschliessen lassen, und die allein schon keinen Zweifel über diesen Punkt mehr gestattet, dienten mir Zerzupfungspräparate und mit verdünnter Essigsäure behandelte Objecte. Man wählt eine Stelle aus, wo die granuläre Schicht besonders passend angehäuft ist, und macht dann bei schwacher Vergrösserung, immer die Stelle scharf im Auge behaltend, einen Riss mit der feinen Präparirnadel durch den Rand des Muskels. Man gewahrt dabei, wie an der Rissstelle die körnige Masse hervorquillt; ihr nach kommen gewöhnlich Partikel des quergestreiften Inhalts. Vollends klar wird das Verhalten, wenn man Perimysium internum mit dem Sarkolemm unter dem Mikroskop ganz vom Muskelcylinder abzieht; die körnige Masse bleibt dann zum Theil innen am Sarkolemma haften; ein anderer Theil klebt aber immer am nunmehr nackt daliegenden quergestreiften Inhalt. Essigsäurezusatz verflüssigt den Muskelinhalt und macht das Perimys. int. blass. Jetzt bleibt bei einer Rissoperation gar

*) Gewebe des Flusskrebses. Müller's Archiv 1857.

kein Zweifel. In einzelnen Fällen gelingt es durch leichten Druck auf das Deckgläschen den halbflüssigen Muskelinhalt sammt der körnigen Masse innerhalb des Sarkolemmaschlauches undulirende Bewegungen ausführen zu lassen. Anlangend die wichtigste Frage, über den Zusammenhang der Nerven mit dieser körnigen Masse, so entscheidet man darüber ganz in derselben Weise. Das Zerzupfen erfordert hier nur grosse Geduld, da man grade den Nerveneintritt zu treffen hat. Man sieht dann aufs deutlichste, dass mit dem Ausreissen des Nerven auch körnige Masse hinterdrein gerissen wird. Man vergl. die Abbildung Taf. X. Fig. 22, welche alle weitere Beschreibung und Deutung überflüssig macht. Die chemische Untersuchung der granulären Masse ergab eine auffallende Aehnlichkeit derselben mit dem Inhalt der grossen Ganglienzellen von Astacus, und ein durchaus verschiedenes Verhalten vom quergestreiften Inhalt. Essigsäure z. B. greift sie anfangs durchaus nicht an, sondern sie wird dadurch noch stärker getrübt, während bereits die eigentliche Muskelsubstanz ganz aufgehellt ist. Wie ist nun diese granuläre Mantelschicht der Crustaceen aufzufassen?

Haeckel gibt, wie bemerkt, an, dass sie ein Ueberbleibsel eines frühern Entwicklungsstadiums sei, ohne jedoch Genaueres dafür vorzubringen. Geht man von der Voraussetzung aus, dass die Muskelfasern des Herzens und des Darmkanals auf einer mehr embryonalen Stufe stehen, so ist Haeckel's Ansicht schon hierdurch begründet, denn an den schmalen Primitivbündeln des Herzens ist diese Schicht von einer relativ enormen Mächtigkeit. Leider habe ich keine in der ersten Entwicklung begriffenen Muskelfasern von Astacus untersuchen können. Gesetzt aber auch, es seien Reste von Entwicklungsstadien, so können doch grade diese Randschichten sehr wohl zu den eintretenden Nerven in eine engere Beziehung treten, dergestalt, dass später die ganze Schicht als kolossale, nervöse Endplatte zu bezeichnen ist. Auffallend bleibt immer die Beschaffenheit der schmalen Herzfasern, bei denen es mir schlechterdings nicht gelang, etwas von Nervenenden zu Gesicht zu bekommen. Andererseits sieht man auch Nichts von einer besondern Anordnung in der granulären Masse grade an der Stelle, wo das Nervenfibrillenbündel hinzutritt, so dass schliesslich wohl nichts Anderes übrig bleibt, als das Ganze mit den Eigenschaften einer motorischen Endplatte begabt sich zu denken. —

Erklärung der Tafeln.

Tafel VIII.

Fig. 1. Ein Nervenfibrillenbündel mit zarter, kernhaltiger Scheide aus einem Rückenmarksnerven von Petromyzon Planeri. Vergr. ca. 500.

Fig. 2. Nervenfaserbündel von Astacus fluviatilis von einem Muskelnerven. Der Hauptstamm *a* theilt sich dichotomisch in die beiden Aeste *b* und *c*. An der Theilungsstelle eine dreieckige Verbreiterung, die ein peripherisches Ganglion bedeuten könnte. Man sieht jedoch die Fasern in gewöhnlicher Weise hindurchziehen. Vergr. 300.

Fig. 3. *a b* u. *c*. Aus dem kleinen Gehirn vom Frosch; Kornzellen, deren Ausläufer einen Axencylinder zusammensetzen. Vergr. 300.

Fig. 4. *a* Ein Querschnitt der grauen Substanz der Medulla oblongata vom Frosch aus der Umgebung der vordern Grosszellensäule zur Erläuterung der drei verschiedenen Zellenformen vom Froschrückenmark. Vergr. 300.

aa Querschnitt der Säule der grossen vieleckigen Zellen.

bbb Kleine rundliche Zellen, Kornzellen.

ccc Kleine vieleckige Zellen.

e Epithelium der Rautengrube.

d Quercommissurfasern.

f Bindegewebe in der Längsspalte.

gg Capillargefässe.

hh Nervenfasern.

Fig. 4. *b* Isolirte Kornzellen aus dem Rückenmark vom Frosch mit zarter Protoplasmahülle, von der die Fortsätze ausgehen, und grossem dunkelgekörnten Kern. Vergr. 300.

Fig. 5. Aus dem Rückenmark vom Kaninchen (graue Substanz) nach Maceration in Moleschott's schwacher Essigsäure-Mischung. Aus einem Haufen rundlicher Zellen mit grossen granulirten Kernen (Kornzellen), sieht man feine, lange Ausläufer hervortreten. Vergr. 300.

Fig. 6. Grosse unipolare Zelle in Verbindung mit kleinen multipolaren aus dem Schlundganglion von Planorbis corneus. Vergr. 300.

Fig. 7. Aus dem Schlundganglion von Planorbis corneus.

c Grosse multipolare (bipolare) Zelle; einer ihrer Ausläufer tritt mit kleinen multipolaren Zellen *dd* in Verbindung.

a Axenfibrillen, welche nach der Peripherie weiter ziehen und denen sich die Ausläufer der kleinen multipolaren Zellen *ddd* zugesellen.

b Körnige Masse vom centralen Theil des Ganglions. Vergr. 300.

Fig. 8. *abc* Ursprung der Axenfibrillen und Vereinigung derselben zu Bündeln aus dem Gehirn von Astacus fluviatilis.

b Eine Kornzelle mit zarter Protoplasmaschicht und zwei Ausläufern, von denen der eine sich sofort wieder theilt. Vergr. 300.

Tafel IX.

Fig. 9. Aus dem Gehirn von Astacus fluviatilis; bei *a* sind die feinsten Fibrillen noch nackt, und bekommen erst im weitern Verlauf bei *b* ihre kernhaltigen Scheiden, wodurch sie auch zu Bündeln, Nervenfasern, abgesondert werden. Vergr. 300.

Fig. 10. Bauchstrang von Lumbricus agricola mit Anilinroth, das nachher in Violett überging, gefärbt. Die nicht nervösen Partien sind entweder vollständig ungefärbt geblieben, oder haben doch, wie der Axentheil des Präparats nur eine schwächere Färbung angenommen. Der Gegensatz am Präparat zwischen Seitentheilen und Mitte war anfangs noch weit schärfer ausgeprägt. Vergr. ca. 100.

aaa Ungefärbte Scheide.

bbbb Ganglienzellenanhäufungen gegenüber dem Abgange der paarigen Seitennerven, *cccc*.

dd Unpaare Seitennerven, welche immer von einem Querast *ee* des grossen Bauchstranggefässes *ff* begleitet sind.

gg Längscommissuren zwischen den einzelnen Ganglienanhäufungen.

Fig. 11. Bauchstrang von Lumbricus agricola ca. 100mal vergrössert.

aa Verbindungsstränge zwischen den paarigen Seitennerven jederseits.

bb Ganglienzellenanhäufung, nur den paarigen Seitennerven gegenüber.

c Blutgefäss. Ausserdem sieht man deutlich, wie aus den Längscommissuren die Faserzüge in die Seitennerven übergehen.

Diese und die vorhergehende Zeichnung (Taf. IX. Fig. 10) verdanke ich der Freundlichkeit meines Collegen Dr. Buchholz.

Fig. 12. Zwei Schemata zur Erläuterung des Verlaufs der Axencylinder bei Wirbelthieren und Wirbellosen.

A. Schema für die Vertebraten.

Mehrere feinste Fibrillen, die von kleinen Zellen (1) kommen, setzen einen soliden, homogenen Strang, 2. 2, den Axencylinder zusammen. Dieser bekommt Hüllen, 4. 4, und theilt sich erst wieder an seinem äussersten peripherischen Ende. Die Hüllen begleiten die Theiläste bis zu den Endorganen (3).

B. Schema für die Evertebraten.

Die kleinen Zellen (1) geben die Axenfibrillen ab, welche, ohne zu verschmelzen, 2, 2, eine gemeinsame Hülle, 3, bekommen. Theilungen, 4, finden schon im mittleren peripherischen Verlaufe statt. Gegen das Ende, 4, werden dieselben zahlreicher. Die Hüllen bleiben auch hier bis zuletzt.

Fig. 13. Ein grosses Nervenfibrillenbündel aus einem Muskelnerven von Dytiscus marginalis. Das Bündel ist nach Art der grossen Fasern der Crustaceen gebaut. Vergr. 300.

Fig. 14. Bauchganglion von Hirudo medicinalis, schwache Vergrösserung (120) (von der Rückseite).

aaaa Längscommissuren der Ganglienkette. (Die Nervenfibrillen sind hier nicht in secundäre Bündel angeordnet.)

bb Intermediärer Nerv (Faivre).

ccc Seitennerven mit ihren Ursprüngen die unipolare Ganglienmasse *hhhh* durchsetzend, um zu der mittleren, moleculären Masse *m* zu gelangen. In dieser sieht man auch die Commissuren *aaaa* unter sich und mit den Seitennerven im Zusammenhange.

d Seitennerv mit seinen weitern Verästelungen. Innerhalb der gemeinsamen Scheide sind die Fibrillen immer in secundäre Bündel zusammengefasst.

eeee Gangliöse Anschwellungen der Seitennerven.

f Commissur der Seitennerven mit kleinen Ganglienzellen.

gggg Anschwellungen der Commissurenstränge bei ihrem Austritt aus dem Ganglion.

hhhh Aeussere Lage grosser unipolarer Zellen (Ergänzungsmasse.) (G. Walter.)

m Mittlere, molekular aussehende Lage aus kleinen Zellen, den Ausläufern dieser und der grossen Randzellen, sowie den Verbindungsfasern der durchstreichenden Nervenzüge bestehend (Leitungsmasse). (G. Walter.)

Fig. 15. Muskelnervenendigung von Hydrophilus piceus (300 mal vergrössert).

a Nervenfibrillenbündel, theilt sich unter Bildung einer dreieckigen Anschwellung (periph. Ganglienzelle, Margó) in die beiden Endfasern *b* u. *c*, die in die Endplatten *E* u. *E* übergehen.

Bei der Beobachtung contrahirten sich die noch ganz frischen Muskelfasern *A* und *B* abwechselnd, während der Nerv *a* festlag, und wurde dadurch die Endplatte immer mehr hervorgezerrt, wobei man den Uebergang von Neurilemm in Sarkolemm aufs deutlichste wahrnahm.

Fig. 16. Muskelfaser mit motorischer Endplatte von Hydrophilus piceus.

Die Endplatte in Verbindung mit dem Nervenfibrillenbündel ist stark hervorgezogen; der quergestreifte Inhalt ist, wie in einen Trichter, mit hineingerissen. Vergr. 300.

Fig. 17. Motorische Endplatte von Esox lucius. Vergr. 300.

Tafel X.

Fig. 18. Dytiscus marginalis.

Bei *A* eine Platte fast ganz von der Fläche, bei *B* halb Profil, halb Flächenansicht.

Bei *A* sind in der Endplattenmasse kleine Bläschen zu erkennen.

B zeigt zwei Körnerreihen, von denen die eine ihren Weg verlässt, um zur Endplatte zu treten.

b und *c* Tracheen. (Vergr. 300.)

Fig. 19. Motorische Endplatte (ungewöhnliche Form) von Rana esculenta. Vergr. 300.

Tafel XII.

Fig. 20 und 21. Muskelnervenendigung von Astacus fluviatilis. Die Nervenfibrillenbündel treten zu 1 — 3 an die Muskelfaser heran, und verschmilzt dort der Inhalt der Nervenfasern direct mit der dunklen, grobkörnigen Masse, welche dicht unter dem Sarkolemm der Muskelfasern von Astacus gelegen ist. An der Eintrittsstelle der Nerven findet sich eine Anhäufung der Kerne dieser granulösen Masse. Vergr. 300.

Fig. 22. Nerv von Astacus fluviatilis aus seiner Verbindung mit der granulösen Masse herausgerissen. Vergr. 300.

Fig. 23. Muskelnervenendigung in den Intercostalmuskelfasern von Lacerta agilis. Vergr. 300.

Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen bei Menschen und bei Thieren.

Von

Dr. **H. Welcker** in Halle.

Die nachfolgende Arbeit beansprucht nur in geringem Grade ein speciell medicinisches Interesse, indem sie vorwiegend in vergleichend physiologischem Sinne ausgeführt ist. Doch bildet dieselbe die Fortsetzung einer in einem früheren Bande dieser Zeitschrift veröffentlichten Untersuchung *), so dass die Mittheilung an diesem Orte wohl auch aus diesem Grunde gerechtfertigt erscheint.

Genauere Bestimmungen des Volums und der Oberfläche des menschlichen Blutkörperchens liegen nicht vor; die wenigen Angaben, welche in dieser Beziehung aufgeführt werden, gründen sich mehr auf Schätzung, als auf Messung, und es sind dieselben, wie sich unten ergeben wird, theilweise in erheblichem Grade unrichtig **). Es unterliegt indess keinem Zweifel, dass ein nicht unwichtiger Theil der Functionen des Blutkörperchens an das Maass seines Volums und seiner Ober-

---

*) „Bestimmungen der Menge des Körperblutes" u. s. w. Diese Zeitschr., III. Reihe, Band IV, pag. 145.

**) Die Absicht, auf Zählung und Messung der Blutkörperchen eine genaue Bestimmung des Gesammtvolums der feuchten Körperchen zu gründen, hat bekanntlich Vierordt vor mehreren Jahren ausgesprochen; eine Ausführung dieses Planes ist bis jetzt nicht bekannt geworden. In einer gröblich überschlagenden Calculation hat V. die Blutscheibchen „vorerst als plan und mit scharfem Rande versehen" angenommen; über die Art und Weise, wie die „wirklichen geometrischen Verhältnisse" des Körperchens bestimmt werden könnten, findet sich keine Angabe. (Arch. f. physiol. Heilkunde, XI, Heft 1, pag. 19 u. 20 des Separatabdruckes.)

fläche geknüpft ist. Es schien mir aber von Interesse, neben den Volum- und Oberflächebestimmungen des menschlichen Blutkörperchens dieselbe Bestimmung auch bei Thieren verschiedener Klassen auszuführen, indem bei der Schwierigkeit und Unsicherheit der hier anzuwendenden Methoden aus dieser Behandlungsweise eine nicht zu verachtende Controle erwächst.

Ich habe die hier mitzutheilenden Bestimmungen mit Ausnahme weniger späteren Hinzufügungen bereits vor einer Reihe von Jahren — im Sommer 1855 zu Heidelberg und innerhalb des darauffolgenden Jahres zu Giessen — ausgeführt. Eine sofortige Veröffentlichung unterblieb, theils weil ich die Versuchsreihe noch weiter zu vermehren gedachte, theils weil es meine Absicht war, sie mit anderen, näher und entfernter verwandten Untersuchungen zu verknüpfen. Ein grösserer Theil dieser letzteren blieb unausgeführt; ein anderer Theil, „Beiträge zur Statik des Thierkörpers", wird demnächst zur Veröffentlichung kommen.

I.

Grösse, Volum und Oberfläche des menschlichen Blutkörperchens.

Die Zahlen, welche uns über die mittlere Grösse des menschlichen Blutkörperchens — auch von Seiten neuerer Autoren — vorliegen, schwanken erheblich. Es genügt, folgende Angaben zu nennen:

Valentin *)	Breite des Blutkörperchens				0,0071	Mm.;	Dicke	0,0016 Mm.
Robin**)	„	„	„	„	0,0073	„	„	0,002 „
Harting***)	„	„	„	„	0,0074	„	„	0,0014 „
Gulliver†)	„	„	„	„	0,0076	„	„	— —
Schmidt††)	„	„	„	„	0,0077	„	„	— —
Vierordt †††)	„	„	„		0,0077	„	„	0,0022 „

*) „$^1/_{140}$ Mm.; Dicke $^1/_{625}$ Mm." Grundriss der Physiologie, pag. 133.

**) Canstatt's Jahresbericht für 1853, Band I, pag. 132.

***) Nach Koelliker's Mikr. Anat., I, 2, pag. 567. Etwas grössere Werthe, 0,0076 Mm. Breite und 0,0017 Mm. Dicke, ergab eine Mittelziehung, welche Harting in seinen Recherches micrométriques pag. 44 mitgetheilt hat.

†) $^1/_{3200}$ bis $^1/_{3500}$'' engl., nach einem Referate in the Micrographic Dictionary by Griffith and Henfrey; 0,0035 Par.''' (d.i. 0,0074 Mm.) nach einer Reduction, welche Bischoff in Müller's Archiv, 1847, von Gulliver's Maassen gegeben hat.

††) Die Diagnostik verdächtiger Flecke, Mitau u. Leipzig, 1848, Tabelle.

†††) a. a. O. pag. 13.

Ich zweifle nicht, dass die grosse Verschiedenheit dieser Angaben weit weniger in Grössenverschiedenheiten der gemessenen Blutkörperchen, als in Nichtübereinstimmung der Messinstrumente ihren Grund hat.

Da nun aber jene beiden Hauptdurchmesser des Blutkörperchens den wichtigsten Ausgangspunkt für die unten folgenden Volum- und Oberflächebestimmungen bilden, so gilt es zunächst um eine möglichst sichere Feststellung dieser Maasse. Ich habe mich hierzu eines scharfen und sorgfältig bestimmten Messapparates bedient und berichte zunächst über dessen Beschaffenheit und über das bei den Messungen innegehaltene Verfahren.

Die Messungen geschahen bei Kellner's Ocular II, Syst. III (Vergr. 620) mittelst eines in das Ocular eingelegten Glasmikrometers, welchen ich, damit Stärke und Abstand der Theilstriche genau den Verhältnissen des Objectes entsprächen, eigens für diese Messungen getheilt habe. Der Mangel der gewöhnlichen Ocularmikrometer — Verdeckung kleiner und zarter Objecte durch zu grosse Stärke und zu grosse Länge der Theilstriche — wurde auf diese Weise völlig beseitigt. Eine Abtheilung des von mir benutzten Mikrometers bedeutet (bei der genannten Vergrösserung) 0,001723 Mm.; es fallen auf ein menschliches Blutkörperchen mithin volle 4—5 Abtheilungen, während Fünftel, ja Zehntel einer Abtheilung bei der grossen Feinheit der Theilstriche noch mit ziemlicher Sicherheit abgeschätzt werden können. Ich habe mich durch ausführliche, speciell zur Prüfung der Methoden angestellte Versuche überzeugt, dass die Messung mit einem derartigen Ocularmikrometer die weit umständlichere Schraubenmikrometermessung an Genauigkeit übertrifft, während sie der Messung mit dem von mir früher beschriebenen Fadenkreuz-Mikrometer *) an Schärfe wenig nachsteht.

Worauf aber hinsichtlich der Richtigkeit unserer Messungen Alles ankommt: Wie geschah die Bestimmung des Ocularmikrometers? — welche Sicherheit ist gegeben, dass die „Zehntausendel Millimeter" desselben jenem Werthe wirklich genau entsprechen? Dass die unseren Messinstrumenten beigegebenen, oft sehr decimalenreichen Angaben nicht selten unrichtig sind, ist genugsam bekannt; noch jüngst erschienen Mittheilungen über höchst wichtige Durchmesserverhältnisse, welche in der Folge zurückgenommen wurden, da

*) Diese Zeitschrift, I. Reihe, X. Band, 1. Heft, pag. 1.

die Bestimmung des benutzten Mikrometers nicht richtig gewesen *).

Jede Prüfung der hier in Rede stehenden Art beruht auf einer möglichst exacten Vergleichung des mikroskopischen Messinstrumentes mit einem makroskopischen Normalmaasse. Harting hat in seinem Werke über das Mikroskop (Uebersetzung von Theile, pag. 504) ein derartiges Verfahren mitgetheilt, welches gewiss nicht ohne Vortheil ist**), indessen schwerlich die Sicherheit des von mir angewendeten Verfahrens besitzen dürfte. Ich theile solches in Folgendem ausführlich mit, um so mehr als dasselbe ein Mittel an die Hand giebt, eine vollkommene Uebereinstimmung und Richtigkeit der mikroskopischen Messinstrumente herbeizuführen.

Gesetzt zur Bestimmung des Ocularmikrometers solle ein Objectivmikrometer benutzt werden, welcher die Aufschrift trägt: „1 Mm. in 100 Theilen“, so fragt es sich zunächst: besitzt diese 100-theilige Scala wirklich genau die Länge von 1 Mm.? Zur Entscheidung dieser Frage führe man mittelst der Theilmaschine auf Glas eine Anzahl von Theilungen aus, bei welchen man sich bestrebe, 1 Centimeter genau in 10 Abtheilungen, also in Mm., zu theilen. Benutzt man hierzu die an dem Rade der Theilmaschine für Millimetertheilung etwa angebrachten Abschnitte, so wird der auf dem Glase erscheinende „Centimeter“ fast immer unrichtig ausfallen, er wird um ein Minimum zu klein oder zu gross sein, und mit solchen Fehlern, wenn dieselben auch zu unbeträchtlich sind, um mit blossen Augen bemerkt zu werden, sind fast alle käuflichen, auf Glas ausgeführten Theilungen behaftet. Man lege nun aber die erhaltene Theilung mit der gravirten Seite auf die Theilung eines in Metall ausgeführten Normalmaasses, regulire unter dem Mikroskope, bei Anwendung einer mindestens 100fachen Vergrösserung die Lage des Gläschens so, dass der Nullstrich der Glastheilung genau die Mitte eines Risses der metallnen Scala durchläuft und sehe dann zu, ob die Coincidenz der Theilstriche bis zum 10. Mm. ungestört bleibt. Es wird dies schwerlich bei dem ersten und zweiten Gläschen der Fall sein, und es müssen, unter Benutzung anderer engster Stationen der Theilmaschine, neue Gläschen gefertigt werden. Unter Anwendung des geschilderten Verfahrens habe ich mir einen in 10 gleiche Abtheilungen („Normalmillimeter“) getheilten Centimeter verschafft, welchen ich nun zur Prüfung des Objectivmikrometers, eines von Lerebours herrührenden „Millimètre en 100“ benutzte. Hier war es nun ein eignes Spiel

---

*) Besondere Vorsicht erfordert der Gebrauch der Immersionslinsen bei Messungen; vergl. in dieser Beziehung diese Zeitschr., III. Reihe, XX. Band, 1. u. 2. Heft, pag. 177.

**) Harting umwickelte einen 140 Mm. langen Eisenstab mit 1048 Windungen eines feinen Messingdrahtes. Die Dicke des letzteren betrug hiernach — vorausgesetzt, dass die mit der Loupe auf ihre Gleichmässigkeit geprüften Umwicklungstouren wirklich gleichmässig angelegt waren — $^{140}/_{1048}$ Mm., d. i. 0,13359 Mm., und es diente dieser Draht nun zur Tarirung der verschiedenen Mikrometer. (Würde die Prüfung mittelst der Loupe wohl einen Unterschied ergeben haben, wenn die Zahl der Windungen einige mehr oder weniger betragen hätte, als 1048?)

des Zufalls: die 100theilige Scala von Lerebours zeigte sich unter dem Mikroskope, auf die einzelnen Abtheilungen des auf Glas getheilten Normalcentimeters gelegt, genau 1 Mm. lang. Weniger zutreffend fanden sich die einzelnen Stationen der Lerebours'schen Scala. Zur Prüfung dieser letzteren wurde dieselbe bei 600facher Vergrösserung auf den Mikroskoptisch gebracht, während der aus 60 Abtheilungen bestehende Ocularmikrometer im Oculare lag. Es coincidirten nun 10 Abtheilungen Lerebours mit nahezu 58 Abtheilungen des Ocularmikrometers. Aber die wiederholte Durchschiebung des Lerebours'schen Gläschens durch das Sehfeld, wobei unter Anwendung eines Schiebapparates die einzelnen Stationen seiner Scala (je 10 Abtheilungen) stets mit denselben 58 Abtheilungen der oberen Scala verglichen wurden, ergab, dass diese einzelnen 10 Hauptabtheilungen von merklich verschiedener Grösse sind. Es beträgt aber:

Das 1. Zehntel	des	Lerebours'schen	Objectivmikrometers	=	58,1	Abtheil.		
„ 2.	„	„	„	„	=	58,1	„	des Ocularmikrometers;
„ 3.	„	„	„	„	=	57,5	„	
„ 4.	„	„	„	„	=	57,8	„	
„ 5.	„	„	„	„	=	58,6	„	
„ 6.	„	„	„	„	=	58,1	„	
„ 7.	„	„	„	„	=	57,9	„	
„ 8.	„	„	„	„	=	57,8	„	
„ 9.	„	„	„	„	=	57,9	„	
„ 10.	„	„	„	„	=	58,4	„	
Die ganze 1 Mm. lange Scala mithin					=	580,2	„	

Durch diese Data ist aber der Ocularmikrometer auf das Schärfste bestimmt. 58,02 Abtheilungen desselben bedeuten 0,1 Mm.; 58 Abtheilungen mithin 0,099962 Mm., d. i. 1 Abth. = 0,00172348 Mm.

Eine weitere Rücksicht bezieht sich auf die Beschaffenheit und Behandlung des Messobjectes selbst, der Blutkörperchen.

Bekanntlich ist die Gestalt der Blutkörperchen in hohem Grade abhängig von dem Concentrationsgrade der sie umgebenden Flüssigkeit, und ein um die Volumetrie dieser Körperchen verdienter Forscher, C. Schmidt, ist geradezu der Meinung, dass die grossen Abweichungen vieler Maassangaben in den durch die Verdunstung des Serums bewirkten Volumveränderungen der Blutkörperchen ihren Grund haben. Um solchen Einwirkungen zu entgehen und zugleich um die Blutkörperchen, die sonst an der Messmarke nicht selten hin und herrücken, zu fixiren, misst Schmidt nur trockne Blutkörperchen, die, wenn die auf das Gläschen aufgestrichene Blutschicht dünn genug ist, nach diesem Autor vollkommen straff ausgespannt bleiben, indem die Verdunstung nur durch die obere Fläche, die Volumveränderung nur in der Dicke erfolge. Dass die nach Schmidt's Vorschrift getrockneten Blutkörperchen in ihrer Breite wirklich nicht merklich schrumpfen, gebe ich nach eigenen Erfahrungen zu und halte solche

Präparate für vollkommen brauchbar *). Demungeachtet zog ich es in der Mehrzahl der Fälle vor, die Blutkörperchen in feuchtem Zustande zu messen; den störenden Bewegungen der Körperchen und der Serumverdunstung begegnete ich dadurch, dass ich den Rand des Deckgläschens sofort mittelst Canadabalsam verkittete.

Was die Zahl der gemessenen Blutkörperchen anlangt, so maass ich nur in seltnen Fällen mehr als 50 Stück aus einer und derselben Blutprobe. Es liegt, wie ich glaube, zur Erlangung eines brauchbaren Mittelwerthes bei diesen und ähnlichen Messungen der grösste Vortheil durchaus nicht in einer immer grösseren Häufung der Einzelversuche über eine gewisse Grenze hinaus; weit wichtiger ist es, die rechten Repräsentanten der verschiedenen Durchmesser zu messen. Dies würde aber am allerwenigsten durch absichtliches Auswählen einzelner, recht normal scheinender Specimina geschehen, sondern es geschieht, ein sonst taugliches Untersuchungsobject vorausgesetzt, durch unbefangenes Messen einer ganzen Reihe unter die Messscala tretender Körperchen, wie eben der Zufall dieselben bei immer weiterer Verschiebung des Objectträgers in die Sehfeldmitte führt **).

---

*) Sollte die Messung getrockneter Blutkörperchen ein abweichendes Resultat geben, so scheint es mir nach mehreren Versuchen, dass das Resultat eher etwas zu gross ausfällt, indem gerade die allerkleinsten, mehr sphärischen Blutkörperchen sich durch die Auftrocknung verbreitern. Man vergleiche in dieser Beziehung auch die unten mitgetheilten Messungen.

**) Ganz dieselbe Vorsicht finde ich bei C. Schmidt angewendet; es wurde mit der Schraube des Schraubenmikrometers „von rechts nach links fortgegangen, bis einige 40 auf dem Wege liegende Blutkörperchen bestimmt waren.“ (Diagnostik etc. pag. 6.)

Meine **Messungen menschlicher Blutkörperchen** sind folgende:

	Zustand d. gemessenen Blutkörperchen.	Zahl	Mittel der Breite (Mm.)	Minimum und Maximum der Breite (Mm.)	Dicke (Mm.)
1. Blut des Verf., April 1855	feucht	50	0,00774	0,0069—86	0,0019
Dasselbe, April 1855	trocken	20	0,00771	0,0062—86	—
Dasselbe, Sept. 1856	feucht	10	0,00780	0,0074—86	—
Dasselbe, Dec. 1862	trocken	50	0,00773	0,0054—88	0,0019
Mittel:	—	—	0,00774	0,0064—86	0,0019
2. Blut des Verf., Jan. 1863	feucht	30	0,00794	0,0097—91	—
3. Blut von Stud. L., gesund	feucht	50	0,00744	0,0052—90	—
4. Blut von Stud. B., 23 J. alt, gesund	feucht	50	0,00767	0,0062—91	—
5. Blut von Dr. M., 50 J. alt, gesund	feucht	50	0,00782	0,0052—90	0,00196
6. Blut von B., 50 J. alt.	feucht	50	0,00782	0,0045—90	—
7.*) Blut von Dr. Schw.-S., gesund	trocken	30	0,00810	0,0059—95	—
Dasselbe	feucht	50	0,00757	0,0052—88	0,0018
Dasselbe	trocken	40	0,00774	0,0062—89	—
Dasselbe	feucht	50	0,00724	0,0051—85	—
Mittel:	—	—	0,00766	0,0058—89	
Mittel aus den Versuchen 3—7	—	—	0,00768	0,0054—90	

Messungen bei weiblichen Personen.

8. Blut von Frl. K., 18 J., gesund.	trocken	50	0,00773	0,0068—86	0,0019
9. Blut von Frl. St., gesund.	feucht	50	0,00726	0,0049—87	—
	trocken	50	0,00755	0,0054—90	—
10. Blut von Frl. Schw.-S., chlorotisch.	feucht	50	0,00656	0,0052—90	—
	trocken	50	0,00693	0,0054—85	—

*) Die beiden ersten Messungen unter Nr. 7 wurden von Herrn Dr. Schweigger-Seidel mit meinem Messapparate, die beiden folgenden wie die unter 9 und 10 verzeichneten Messungen mit einem Apparate ausgeführt, welcher dem meinigen vollkommen gleich ist.

Ich habe die aus Nr. 1 der vorstehenden Tabelle erhaltenen Endmittel, 0,00774 Mm. Breite und 0,0019 Dicke, als mittlere Maasse des Blutkörperchens angenommen und den unten folgenden Bestimmungen zu Grunde gelegt; ich glaubte mich um so mehr an die bei meinem eignen Blute gefundenen Ziffern halten zu müssen, als mir auch die Zahl der Körperchen dieses Blutes durch früher mitgetheilte Zählungen hinlänglich bekannt ist*). Die unter 3 bis 7 verzeichneten Messungen, mit dem Endmittel 0,00768, scheinen zu verbürgen, dass die bei meinem Blute gefundenen Maasse dem allgemeinen Mittel sehr nahe stehen, und dass die kleineren der oben citirten fremden Angaben (Valentin, Robin) den Mittelwerth gar nicht ausdrücken.

Mehrfach findet man die Angabe, dass nach den Messungen von C. Schmidt „wenigstens 95—98 % der Blutkörperchen einer und derselben Thierspecies von gleicher Grösse" seien **). Die Messung von 5 bis 10 Körperchen würde in diesem Falle bereits überall den mittleren Durchmesser mit Sicherheit ergeben müssen. Dies ist nicht entfernt der Fall. Die Angabe Schmidt's ***) besagt indessen auch nur, dass 95—98 % „nahe dieselbe Grösse" besitzen. Doch auch dieses kann, wie die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, selbst von nur 60 Procenten der Blutkörperchen nicht behauptet werden. Stets habe ich bei Thieren und bei Menschen den grossen Durchmesser der Blutkörperchen eines und desselben Individuums um $^1/_4$ bis um die Hälfte des mittleren Maasses schwankend gefunden, und es scheinen hierbei alle zwischen den beiden Endwerthen liegenden Grössen (mit Ausnahme der kleineren Körperchen, welche sich meist etwas vereinzelt und in Sprüngen vorfinden) in ziemlich gleichmässiger Vertretung vorhanden zu sein. Die folgende Tabelle gestattet einen Einblick in den Gang der Schwankungen, welche bei sechs aus je 50 Messungen bestehenden Versuchsreihen vorkamen. Die einzelnen Durchmesser jeder Versuchsreihe waren nach der Grösse geordnet worden und es wurde sodann aus je 5 aufeinanderfolgenden Ziffern das Mittel gezogen. Man sieht sofort, dass die durch Klammern umschlossenen Posten, welche die den Mittelwer-

*) Die unter 2 verzeichnete Messung wurde für das Endmittel nicht mitbenutzt, da die Bestimmungen der Oberfläche und des Volums schon abgeschlossen waren, als jene Messung angestellt wurde.

**) So u. A. bei Lehmann, Lehrbuch der physiol. Chemie, II, 129.

***) Diagnostik verdächtiger Flecke, pag. 4.

then am nächsten stehenden 60 Procente umfassen, sehr beträchtlich variiren.

	Dr. Sch.-S.	Stud. B.	H. W.	H. W.	Dr. M.	B.
Mittel aus Messung 1—5	0,0055	0,0065	0,0063	0,0069	0,0054	0,0059
„ „ „ 6—10	64	69	71	70	71	71
„ „ „ 11—15	69	71	73	73	75	73
„ „ „ 16—20	72	73	74	75	77	76
„ „ „ 21—25	77	74	76	77	79	80
„ „ „ 26—30	81	76	79	78	81	82
„ „ „ 31—35	83	80	81	80	83	83
„ „ „ 36—40	84	83	83	82	84	84
„ „ „ 41—45	85	86	85	84	86	86
„ „ „ 46—50	87	90	87	86	89	88
Mittel aus Messung 1—50	0,0076	0,0077	0,0077	0,0077	0,0078	0,0078

Schreiten wir nun zur Bestimmung des **Volums** des einzelnen Blutkörperchens. Eine erhebliche Schwierigkeit erwächst hier aus dem Umstande, dass die Maasse der napfförmigen Vertiefung sowie der Randabrundung sich einer directen Messung nur unvollkommen unterwerfen lassen.

Betrachten wir das menschliche Blutkörperchen, jene Complicationen seiner Gestalt einen Augenblick vernachlässigend, als einen mit ebenen Endflächen versehenen Cylinder, so ist die Volumbestimmung sehr einfach. Den Durchmesser der Basis zu 0,00774 Mm., die Höhe des Cylinders zu 0,0019 Mm. angesetzt, erhalten wir:

0,0243 Mm. = Peripherie des Cylinders;
0,000 047 051 □Mm. = Basis;
0,000 000 089 Cub.Mm. = Volum.

Eine solche überschlagende Berechnung wurde bekanntlich von Harting*) bereits ausgeführt, und ich nehme hier Veranlassung, einen stehend gewordenen Irrthum zu berichtigen. Harting berechnete für das als Cylinder betrachtete Blutkörperchen ein Volum von 76,3 Cubikmikromillimeter („un volume de 76,3 Mmm. cub."). In Folge einer fehlerhaften Reduction ging in mehrere Handbücher die Angabe über, dass das Volum des Blutkörperchens nach Harting 0,0763 Cubikmillimeter betrage. Die Unmöglichkeit dieser Angabe liegt auf der Hand, indem in jenem Falle bereits 13 Blutkörperchen einen Cubikmillimeter ausfüllen müssten, während in Wirklichkeit mehr als 13 Millionen in ihm Raum finden.

*) Recherches micrométriques pag. 45.

Was nun ein solches Maass, bei welchem das Blutkörperchen als Cylinder betrachtet wird, überhaupt anlangt, so erhellt von selbst, dass dasselbe zu gross ist. Aber dieser Fehler ist weit erheblicher, als man wohl erwartet haben dürfte, er beträgt, wie unten folgende Bestimmungen zeigen, 19 bis 20 Procent.

Um nun statt dieses unbrauchbaren Maasses das wahre Volum des Blutkörperchens möglichst genau zu erhalten, verglich ich das Gewicht eines aus Gyps modellirten, sehr vergrösserten Blutkörperchens mit dem Gewichte, welches dieselbe Gypsplatte vor der Anbringung der centralen Depression und der Randabrundung, d. i. als ein die beiden Hauptmaasse des Blutkörperchens repräsentirender Cylinder, besass. Das Nähere meines Verfahrens ergiebt sich aus Folgendem.

Ein Gypscylinder, dessen Basis 77,4 Maasstheile als Durchmesser und der eine Höhe von 19 Maasstheilen besass (38,7 und 9,5 Mm.), wog 10,604 Gramm. Nach dem Eindrucke nun, welchen frisch beobachtete und während ihrer Bewegungen und Schwenkungen sorgfältig auf ihre Form geprüfte Blutkörperchen auf mich und mehrere andere Beobachter gemacht hatten, brachte ich mit dem Messer und unter Benutzung einer kleinen Schablone an beiden Endflächen des Cylinders eine entsprechende Vertiefung an und rundete die Randkanten ab. Das so entstandene Modell, die 5000fache Vergrösserung eines menschlichen Blutkörperchens so genau als möglich darstellend, wog 8,677 Grm., wonach (10,604 : 0,000 000 0894 = 8,677 : x) 0,000 000 0732 Cub.-Mm. sich als das mittlere Volum des menschlichen Blutkörperchens ergeben würden.

Ich habe vorstehenden Versuch zu sehr verschiedenen Zeiten und immer nur dann, wenn ich unmittelbar vorher frische Blutkörperchen genau untersucht hatte, wiederholt und eine ziemlich nahe Uebereinstimmung der Resultate erhalten. Der Gewichtsverlust, welchen der Gypscylinder durch die Modellirung erleidet, betrug in minimo 18,2, in maximo 20,4 Procent, im Mittel 19,3 Procent, und ich erhielt in 5 Versuchen:

0,000 000 073 151
71 532
71 180
73 030
72 194

Mittel: 0,000 000 072 217 Cub.Mm. als Volum des mittleren Blutkörperchens eines gesunden Mannes.

Da 1 Cub.Mm. desselben Blutes, welches zur Volumbestimmung der Blutkörperchen benutzt wurde, 5 000 000 Blutkörperchen enthält, so kommt diesen 5000000 Blutkörperchen ein Gesammtvolum von 0,36 Cub.Mm. zu, während das zugehörige Plasma ein Volum von 0,64 Cub.Mm. besitzen würde. Ich finde dieses Verhältniss vollkommen in Einklang mit der Beobachtung, dass die in defibrinirtem Blute sich senkenden Blutkörperchen, wenn die Senkung recht vollkommen zu Stande kommt, eine Schicht zu bilden pflegen, welche die halbe Höhe oder selbst etwas weniger besitzt, als die Höhe des darüberstehenden Serums.

Fragen wir nach den Fehlergrenzen unserer Volumbestimmung.

Modellirte ich ein Blutkörperchen nach den erheblich kleineren Maassen, welche Valentin gegeben hat (0,00714 Mm. Breite, 0,0016 Dicke), so ergab sich 0,000 000 052 Cub.Mm. als Volum des einzelnen Blutkörperchens. Rechnet man auch hier 5 000 000 Blutkörperchen auf den Cub.Mm. (und eine grössere Zahl ist kaum beobachtet), so würden sich für 100 Theile Blut nur 26 Volumina Blutkörperchen ergeben, ein Verhältniss, welches, wie schon der Augenschein lehrt, offenbar zu gering ist*). Legte ich nun, um zu erfahren, mit welcher Grösse die Volumziffer sicherlich übertrieben hoch angesetzt sein würde, bei der Modellirung die grössesten Endmittel zu Grunde, welche meine Messungen jemals ergeben hatten (0,0079 Mm. Breite und 0, 00197 Dicke), Werthe, welche höher sind, als solche von irgend einem neueren Autor verzeichnet werden — so erhielt ich 0, 000 000 077 Cub.Mm. als Volum des einzelnen Körperchens, was 38 Volumina in 100 Theilen Blut bedeuten würde. Das in 100 Theilen normalen Menschenblutes enthaltene Blutkörperchenvolum dürfte hiernach 38 schwerlich übersteigen und sicherlich grösser sein, als 26.

Dass das geschilderte Verfahren zu einem vollkommen scharfen Resultate nicht führen könne, habe ich mir nicht verhehlt; indessen kenne ich kein besseres und glaube, dass die wiederholte Ausführung desselben von verschiedenen Forschern, deren jeder nach eigner, genauester Prüfung das Blutkörperchen modelliren möge, doch einen ganz schätzbaren Ausgangspunkt für eine Reihe von Bestimmungen begründen könne.

---

*) Selbst als Cylinder gedacht würde das Valentin'sche Blutkörperchen nur 0,000 000 064 Cub.Mm. betragen; das wäre für 100 Theile Blut 32 Volumina Körperchen.

Die Form der von mir hergestellten Blutkörperchenmodelle wurde von namhaften Histologen, welchen ich sie vorlegte, gebilligt und eine Vergleichung derselben mit den von Ecker, Koelliker, Funke, v. Hessling, Kollmann u. A. gegebenen Abbildungen lehrt, dass auch diese Forscher die Gestalt des Blutkörperchens sich ganz ebenso denken *).

Wenden wir uns nun zur **Oberflächenbestimmung.** Es liegt hier, soweit mir bekannt ist, nur eine Angabe Valentin's vor, welche sich, ganz ebenso wie jene Volumbestimmung Harting's, auf das cylindrisch gedachte Blutkörperchen bezieht, mithin einen Fehler nach der Plusseite erwarten lässt, einen Fehler, welcher noch gesteigert wird durch die auffällige Hinzufügung, dass bei dieser Berechnungsweise „kleinere Werthe, als in Wirklichkeit vorhanden sind", erzielt würden **). Ein noch erheblicherer Fehler liegt in der uns gegebenen Ausführung jener Berechnung, nach welcher die als Cylinder gedachten Blutkörperchen eines Cub.Mm. Blutes „mehr denn 320,3 Quadratcentimeter freie Oberfläche" besitzen sollen. Sie besitzen, wie ich finde, nur den 50sten Theil hiervon, nämlich 5,8 □Centimeter, wenn ich Valentin's Maasse des Blutkörperchens zu Grunde lege; 7,0, wenn ich mit den meinen rechne.

Um nun den Krümmungen, welche die Blutkörperchenoberfläche besitzt, Rechnung zu tragen, könnten verschiedene Wege eingeschlagen werden; es kann z. B. der biscuitförmige Contour, welchen der senkrechte Durchschnitt des Blutkörperchens zeigt, zusammengesetzt gedacht werden aus zwei Stücken einer Kreislinie von kleinerem Radius für je ein Randende und aus zwei Stücken einer Kreislinie von grösserem Radius für je eine napfförmige Vertiefung. Es schien mir indessen, als ob die Gestalt eines so construirten Blutkörperchens nicht vollkommen dem Eindruck entspreche, welchen die mikroskopische Beobachtung bei mir zurückgelassen; ich habe darum

---

*) Ich habe versucht, das Relief des Blutkörperchens mittelst eines senkrecht wirkenden Schraubenmikrometers zu bestimmen und hierzu eine Vorrichtung benutzt, welche ich behufs Bestimmung der Brechungsindices mikroskopischer Objecte an das Mikroskop angebracht hatte (vergl. Eckhard's Beiträge z. Anat. u. Physiol., II, pag. 45), bezweifle indess, dass dieses Verfahren für unseren Zweck einen Vortheil vor der Anwendung des freien Augenmaasses besitze.

**) Diese Betrachtung Valentin's (Grundriss der Physiologie, p. 333) ist offenbar unrichtig, da die Oberfläche des Blutscheibchens durch die Abrundung des Randes erheblich mehr verliert, als durch die Vertiefung der Basalflächen gewonnen wird.

auch hier den mühsameren Weg der unmittelbaren Ausmessung des Modells eingeschlagen und hoffe auf diese Weise namentlich auch den durch die Thierreihe hindurch so verschiedenen Formen des Blutkörperchens möglichst gerecht geworden zu sein.

Das von mir angewendete Verfahren besteht darin, dass ich das biconcave Modell des Blutkörperchens (5000malige Vergrösserung) mit Papier bekleidete, das hierbei verbrauchte Papier wog und dieses Gewicht mit dem Gewichte eines andern Papiers verglich, welches zur Umkleidung des cylindridrischen Modells erforderlich gewesen.

Dieses Verfahren, welches ich später auch zur Flächenbestimmung der Schädelknochen benutzt und dessen ich an einem anderen Orte bereits gedacht habe, ist weder so zeitraubend, noch so unsicher, als es auf den ersten Anblick scheinen dürfte. Einige speciellere Angaben werden zur Würdigung der erzielten Resultate dienen. Ein mit radiären Einschnitten versehenes Stück feinen Pauspapieres wurde in der napfförmigen Vertiefung der einen Fläche des Gypsmodells festgeklebt und die einzelnen streifenförmigen Sectoren des Papiers nun um den Rand des Modells geschlagen und auf der Rückseite des Körperchens befestigt. Es wurde auf diese Weise ein überall dicht anliegender Ueberzug der einen Hälfte des Gypsmodells erzielt. Nachdem mit feinen Touchelinien diejenigen Stellen des Papiers markirt waren, an welchen dasselbe doppelt zu liegen gekommen und eine dem Aequator des Körperchens entsprechende Kreislinie auf den Papierüberzug aufgetragen war, wurde letzterer längs dieser Linie durchschnitten, so dass die obere Hälfte des Ueberzugs heruntergenommen werden konnte. Die kleinen Stellen nun, an welchen die Papierstreifen sich gedeckt hatten, wurden nach Bedürfniss weggeschnitten und sodann mehrere Copien des hiermit fertig gewordenen, die eine Hälfte der Blutkörperchenoberfläche repräsentirenden Ueberzuges aus kräftigem, sehr gleichmässig gearbeitetem Papiere angefertigt. Aus derselben Papiersorte wurden nun zwei weitere Stücke gefertigt, welche die Basis des cylindrischen Blutkörperchens, sowie ein drittes Stück, welches die Randfläche des Cylinders darstellte. Ich gebe beispielsweise einen Theil der bei Ermittlung der Oberfläche des menschlichen Blutkörperchens vorgenommenen Bestimmungen: Die Papierstücke, welche die Oberfläche des 5000 mal vergrösserten cylindrischen Blutscheibchens darstellen (d. i. zwei kreisrunde Stücke von 38,7 Mm. Durchmesser und ein Streifen von 243 Mm. Länge und 9,5 Breite), wiegen 0,386 Grm. Der Ueberzug des biconcaven Modells wiegt 0,356 Grm. Die Oberfläche des cylindrisch gedachten Blutkörperchens berechnet sich zu 0,000 1403 □Mm.*); die wahre Oberfläche des Blutkörperchens beträgt mithin (386 : 356 = 0, 000 1403 : x) = 0,000 1294 □Mm., eine Ziffer, welche durch Wiederholung der Bestimmung und Mittelziehung auf 0,000 1280 abgeändert wurde **).

---

*) Basis des Cylinders 0,000 04705 □Mm.
Randfläche . . . 0,000 0462 „
Dazu nochmals die Basis 0,000 04705 „
Summa 0,000 1403 □Mm.

**) Ich bemerke hierbei, dass ich bei Wiederholungen des Versuchs sowie bei den an Thierblut ausgeführten Bestimmungen nicht aus verschiedenen Stücken derselben Papiersorte die einzelnen Blättchen fer-

Die in 1 Cubik-Millimeter Blut enthaltenen Blutkörperchen (5 000 000 Stück) besitzen hiernach eine Gesammtoberfläche von 640 □Mm. Vgl. die beistehende Fig. 1. — (Fig. 2 stellt die Oberfläche dar, welche die Blutkörperchen desselben Blutvolums bei dem Frosche besitzen.)

Fig. 1.

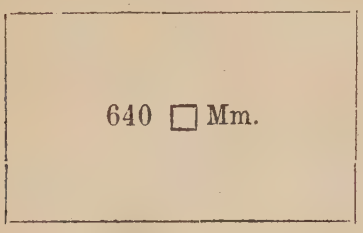
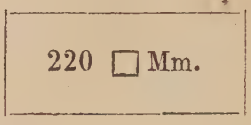


Fig. 2.



Für die Körperchen des gesammten Körperblutes des Menschen (dessen Menge nach zwei Bestimmungen Bischoff's und einer Bestimmung von mir zu 4400 C. C. angesetzt) berechnet sich hiernach eine Oberfläche von 2816 □Meter, d. i. eine Quadratfläche, welche auf kürzestem Wege zu durchschreiten 80 Schritte kostet *).

Werden in einer Secunde 176 C. C. Blut in die Lunge eingetrieben **), so beträgt die Gesammtoberfläche der pro Secunde in die Lunge eintretenden Blutkörperchen 81 □Meter, d. i. eine Quadratfläche von 13 Schritten in Seite.

Was die Sicherheit der hier gegebenen Oberflächenbestimmung anlangt, so wird man sagen dürfen, dass die dabei möglichen Fehler verschwindend klein sind gegen diejenigen Differenzen, welche je nach Aenderungen der unseren Bestimmungen zu Grunde liegenden Hauptdurchmesser des Blutkör-

---

tigte, in welchem Falle eine schwer zu erreichende Gleichmässigkeit des Papiers durch seine ganze Fläche hin vorausgesetzt werden müsste; es wurde vielmehr stets nur ein einziges Papierstück ausgeschnitten, welches die halbe Oberfläche des cylindrischen Modelles besass, dieses Papierstück gewogen und ebendieses Papierstück zur Copie des aus Pauspapier gefertigten Ueberzuges des biconcaven Modelles benutzt und diese Copie dann wieder gewogen.

*) Rechnet man mit der von Valentin für den Cub.Mm. angegebenen Blutkörperchenoberfläche und benutzt zugleich die von diesem Autor angegebene und noch jetzt festgehaltene Blutmengeziffer (25 Pfund Blut für den erwachsenen Mann, ein Maass, an welchem neben Valentin nur noch die Aerzte Italiens festzuhalten scheinen), so wird die Summe der gesammten Blutkörperchenoberfläche in's Unglaubliche gesteigert; man erhält 380 000 □Meter, d. i. das 135fache des von mir gefundenen Werthes.

**) 188 Grm. nach Volkmann, 180 Grm. nach Vierordt; die obige Ziffer entspricht dem Mittel dieser beiden Angaben.

perchens sich ergeben. Ich habe, um in dieser Beziehung eine sichere Orientirung zu gewinnen, die Oberflächenbestimmung sowohl für das nach den Valentin'schen Durchmessern gefertigte Modell, als auch für dasjenige ausgeführt, welches die grössesten, von mir jemals gefundenen Mittelwerthe vertritt und lasse die Resultate folgen. Es darf wohl angenommen werden, dass die Wahrheit zwischen den verzeichneten Endwerthen liege.

	Breite des Blutkörperchens (Mm.)	Dicke des Blutkörperchens (Mm.)	Volum eines Blutkörperchens (Cub.Mm.)	Volum v. 5 000 000 Blutkörperchen. (Cub.Mm.)	Oberfläche eines Blutkörperchens (□Mm.)	Oberfläche v. 5 000 000 Blutkörperchen. (□Mm.)
Sehr kleine Maasse des Blutkörperchens	0,00714	0,0016	0,000000052	0,261	0,000103	515,0
Mittlere Maasse d. Blutkörperchens	0,00774	0,0019	0,000000072	0,361	0,000128	640,0
Grosse Maasse des Blutkörperchens	0,00790	0,00197	0,000000077	0,383	0,000132	660,0

Werfen wir einen Blick auf die in der Literatur vorliegenden Angaben, so finden wir, dass die Berechnung der trocknen Blutkörperchen mit C. Schmidt's „constantem Factor 4" zu weit ansehnlicheren Volumwerthen der feuchten Körperchen führt *). Von solchen Verhältnissen, wie sie Schmidt für einzelne Fälle von Cholerablut angiebt — 560 Vol. Blutzellen zu 440 Vol. Plasma — sehen wir ab; aber auch bei gesundem Blute begegnen wir Ziffern wie 513 : 487. Nach Lehmann**) findet man „beim erwachsenen gesunden Manne in 1000 Theilen Blut durchschnittlich 512 Theile feuchter Blutkörperchen (nach Schmidt's Methode bestimmt); die Schwankungen nach oben und unten übersteigen kaum die Zahl 40, so dass also 472 schon eine sehr niedrige, 542 aber eine sehr hohe Zahl für das Verhältniss der Zellen im Blute des Mannes anzeigen würde." Auf eine Kritik der Schmidt'schen Methode, auf eine Erwägung der verschiedenen Unsicherheiten und Fehlerquellen, welche zumal die Feststellung und Benutzung eines constanten Austrocknungscoefficienten bedrohen, will ich nicht eingehen; nur soviel sei erwähnt, dass ein mittleres Verhältniss, wie „512 Vol. Blutzellen zu 488 Plasma" nach Allem, was sich aus der mikroskopischen Untersuchung des Capillarkreislaufes lebender Säugethiere entnehmen lässt, sowie nach dem Bilde, welches man bei mikroskopischer Beobachtung frisch aus der Wunde auf den Objectträger gebrachten menschlichen Blutes erhält, unmöglich erscheint. Ein solches Blut würde, zumal in engeren Gefässen, kaum zu fliessen vermögen, es würde sich, mehr als zur Hälfte aus geformten Ele-

*) Das Wesen des Schmidt'schen Verfahrens ergiebt sich aus folgenden Worten dieses Autors (Charakteristik der epidemischen Cholera, pag. 18): „Der Gehalt des circulirenden Blutes an frischen Blutzellen (im morphologischen Sinne) wird annähernd bestimmt, indem man den procentigen Fibrin- und Wassergehalt des ersteren ermittelt, das aus einer besonderen Analyse des Serums resultirende Serumäquivalent + Fibrin von der Gesammtblutmasse abzieht und das Vierfache des Restes (hypothetisch-trockne Blutkörperchen Prevost und Dumas) nimmt." Oder mit Worten Lehmann's (Lehrb. der physiol. Chemie, 2. Aufl., p. 186): „Schmidt hat diesen Coefficienten = 4 gefunden, so dass man die hypothetischen trocknen Blutkörperchen nur mit 4 zu multipliciren braucht, um die Zahl für die feuchten Blutzellen zu erhalten." Was die Schärfe und allgemeine Anwendbarkeit des Factors 4 anlangt, so würde „ein um 0,3 grösserer oder geringerer Werth als 4,0 dem richtigen Verhältniss nicht mehr entsprechen."

Neuere Autoren scheinen den constanten Factor doch um Einiges zu verkleinern. So findet Parchappe die Plasmamenge des Blutes durch Subtraction der Menge der feuchten Blutkörperchen, und diese, indem er das Gewicht der trocknen Blutkörperchen mit 3,4 multiplicirt." (Nach einem Referate in Schmidt's Jahrbüchern, Band 116, Nr. 11, pag. 161.)

**) Lehrb. der physiol. Chemie, 2. Aufl., II, pag. 194.

menten bestehend, wie ein dicklicher Brei nur unvollkommen fortschieben.

Bei Fragen, welchen auf dem Wege des Experimentes nur durch höchst verwickelte, von Fehlerquellen bedrohte Versuche näher zu treten ist, dürften auch gröblich überschlagende Betrachtungen, die von den verschiedensten Gesichtspunkten aus unternommen werden, nicht ohne Nutzen sein, und in diesem Sinne erlaube ich mir noch folgende Hinzufügung. Nasse*), welcher in einer Reihe von Versuchen defibrinirtes Menschenblut in cylindrischen Gläsern 24 Stunden lang stehen liess, fand, dass die Menge des Cruors diejenige des darüberstehenden Serum stets übertrifft, „in der Regel nur um $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$, zuweilen aber auch um viel mehr.“ Ein Mehrvolum des Cruors um $^1/_{10}$ würde einem Verhältniss von 47 Vol. Serum zu 53 Vol. Sediment entsprechen**). Wählen wir nun für unsere Betrachtung sogar ein etwas weniger günstiges Verhältniss, 45 Vol. Serum und 55 Vol. Sediment; nehmen wir an, die in diesem Sediment vorhandenen Blutkörperchen wären, was nicht entfernt der Fall ist, in der allercompendiösesten Weise zu lauter dichtgeschlossenen Säulen zusammengeordnet, von welchen je 6 eine mittlere dicht umständen. Geben wir ferner jedem einzelnen Blutkörperchen ein um 20 Procent grösseres Volum, als es wirklich besitzt, indem wir von Depression und Randabrundung abstrahiren, so würden immerhin die zwischen je drei Blutkörperchensäulen freibleibenden dreieckigen Räume eine Serummenge beherbergen, durch welche die „55 Volumina Sediment“ im Verhältniss von 100:10,38 verringert, d. i. auf 49,3 Vol. Blutkörperchensubstanz herabgesetzt werden müssten. Nun aber sollen 49,3 Volumina feuchte Blutkörperchen nach der citirten Angabe von Lehmann nur eine niedrige Ziffer der Blutkörperchen darstellen? Es scheint, dass zu diesen Erwägungen ein Volum der Blutkörperchen von $^{36}/_{100}$ sich weit besser fügen wolle, als $^{53}/_{100}$.

In neuester Zeit hat Dr. Zawarykin, wie derselbe mir mitzutheilen die Güte hatte, im Laboratorium von C. Ludwig in Wien Bestimmungen des Blutkörperchenvolums bei Säugethieren auf chemischem Wege ausgeführt, wobei die Menge des von einem bestimmten Volum desoxydirten Blutes aufge-

---

*) Das Blut in mehrfacher Beziehung untersucht, Bonn, 1836.

**) Ganz ähnliche Ziffern verdanke ich der gütigen Mittheilung Herrn Prof. Vogel's, welcher in drei Versuchen mit defibrinirtem Menschenblut $^{58}/_{100}$, $^{44}/_{100}$ und $^{53}/_{100}$, d. i. im Mittel $^{51}/_{100}$ sedimentirte Blutkörperchen erhielt.

nommenen Sauerstoffes als Maassstab diente. Es war mir erfreulich, zu vernehmen, dass hier auf einem von dem meinigen durchaus verschiedenen Wege ein ganz ähnliches Resultat ermittelt wurde: etwa 35 Volumprocente Blutkörperchen.

Wenden wir uns hier noch zu dem **specifischen Gewichte der Blutkörperchen.**

Das specifische Gewicht der feuchten Blutkörperchen wurde von C. Schmidt*) zu 1,0885 angegeben (1,0880 bis 1,0889; bei Wassersucht bis zu 1,0819 sinkend, bei Cholera bis zu 1,1027 steigend). Harting**) glaubt sich von der Wahrheit wenig zu entfernen, wenn er das specifische Gewicht der Blutkörperchen, da er von der centralen Depression absieht, dem des Wassers gleichsetzt; er erhält in diesem Falle, unter Benutzung der von ihm ermittelten Volumziffer des Blutkörperchens, $^1/_{13114000}$ Milligramm, d. i. 0,000076 Milligramm.

Meine Bestimmungen führen zu einem weit höheren specifischen Gewichte der feuchten Blutkörperchen; ich finde dasselbe gleich 1,105; das Gewicht des einzelnen Körperchens 0,000080 Milligramm. Die Rechnung ist folgende:

1 Cub.Mm. Blut wiegt 1,055 Milligr. Derselbe enthält 0,361 Cub.Mm. Blutkörperchen und 0,639 Cub.Mm. Plasma. Nehmen wir, was hier wohl erlaubt ist, an, dem Plasma komme dasselbe specifische Gewicht wie dem Serum zu, d. i. 1,027, so wiegen 0,639 Cub.Mm. Plasma = 0,656 Milligr.; 0,361 Cub.Mm. Blutkörperchen = 0,399 Milligr. Ein Cub.Mm. feuchte Blutkörperchen wiegt in diesem Falle = 1,105 Milligr. Das specifische Gewicht der feuchten Blutkörperchen ist demnach 1,105; 1 Blutkörperchen aber wiegt den 5000000ten Theil von 0,399 Milligr., d. i. 0,0000798 Milligramm.

Die schöne Methode Hoppe's***), welche aus dem Fibringewichte des durch Absenkung der Blutkörperchen gewonnenen Plasmas und dem Fibringewichte des Blutes das Gewicht dieser beiden Flüssigkeiten bei dem Pferde zu bestimmen erlaubt, wurde von Sacharjin†) zu einer Reihe von Versuchen benutzt. Für normales Pferdeblut fand dieser Forscher im Mittel aus 6 Analysen eine Gewichtsmenge von 354 feuchten Blutkörperchen auf 1000 Theile Blut. Rechnen wir einmal mit der für das specifische Gewicht des menschlichen Blutes oben gefundenen Ziffer, so erhalten wir ein Resultat, welches meinen unten mitzutheilnnden Bestimmungen sehr günstig ist, indem

---

*) A. a. O., pag. 31, folgde. Lehmann a. a. O., pag. 131 u. 133.

**) Recherches micrométriques pag. 45. Koelliker, Mikroskop. Anat., II, 2, pag. 569.

***) Virchow's Arch., Bd. XII, pag. 488.

†) Virchow's Arch., Bd. XVIII, pag. 363.

ein specifisches Gewicht von 1,1 den von Sacharjin direct ermittelten 35,4 Gewichtsprocenten der Blutkörperchen ein Volum von 32,2 Procent zuweist, eine Ziffer, welche mit den für verschiedene Säugethiere von mir gefundenen (s. unten) sehr wohl zusammenstimmt.

Da das specifische Gewicht des Serums bei verschiedenen Individuen und verschiedenen Gesundheitszuständen nur wenig wechselt, so fallen die sehr erheblichen Schwankungen, welche das specifische Gewicht des Blutes zeigt, zumeist auf dessen geformte Elemente. Es darf aber angenommen werden, dass das specifische Gewicht des Blutes in weit höherem Grade durch die wechselnde Zahl der vorhandenen Blutkörperchen, als durch etwaige Verschiedenheiten des specifischen Gewichts dieser selbst herbeigeführt wird. Sind diese Voraussetzungen richtig, so darf das specifische Gewicht des Blutes im Allgemeinen als ein Ausdruck der ungefähren Zahl der vorhandenen Blutkörperchen angesehen werden, und es würden etwa folgende Werthe zusammentreffen:

Specifisches Gewicht des Blutes	Blutkörperchen pro Cub.Mm.
1,040	2 300 000
1,045	3 200 000
1,050	4 100 000
1,055	5 000 000
1,060	5 900 000
1,065	6 800 000

II.

Grösse, Zahl, Volum und Oberfläche der Blutkörperchen verschiedener Thiere.

Mit Hülfe derselben Apparate und Methoden, deren ich mich bei dem menschlichen Blute bediente, habe ich die entsprechenden Bestimmungen bei einer Reihe von Thieren ausgeführt. Alle diese Thiere befanden sich mit wenigen, betreffenden Ortes namhaft gemachten Ausnahmen in möglichst normalen Verhältnissen; die kleineren, bei uns heimischen Arten wurden für die Versuche frisch eingefangen. Das Blut wurde, um möglichst die mittleren Verhältnisse zur Betrachtung zu

bringen, meist mehreren und verschiedenen Körperstellen zugleich entnommen.

Messung der Blutkörperchen. Dass mikrometrische Bestimmungen, welche von verschiedenen Autoren herrühren, nur mit Gefahr zu einer gemeinschaftlichen Tabelle zu verschmelzen und unter sich zu vergleichen sind, zeigt recht deutlich der folgende Fall, in welchem ein vorzüglicher und zumal in der mikroskopischen Technik ausgezeichneter Forscher zu einer unrichtigen Angabe veranlasst wurde. In einer speciell den Blutkörperchen des Cryptobranchus japonicus gewidmeten Publication *) bezeichnet Harting die Blutkörperchen dieses Thieres als die grössesten, welche man kenne, namentlich grösser, als die des Proteus, welche zwar länger, jedoch weit weniger breit seien. Die Oberfläche des als elliptische Scheibe gedachten Blutkörperchens des Cryptobranchus betrage 0,00120 □Mm.; bei Proteus nur 0,00110 □Mm. Als mittlere Maasse der Blutkörperchen des Cryptobranchus hatte Harting gefunden: 0,0468 Mm. Länge und 0,0328 Mm. Breite; für die Blutkörperchen des Proteus aber wurde eine von R. Wagner herrührende, stark abgerundete und darum für Berechnungen aus dem Kleinen in das Grosse nicht brauchbare Maassangabe benutzt, welche „$^1/_{40}$ Par.‴ Länge, $^1/_{80}$ bis $^1/_{100}$ Breite“ lautet **) und welche, wenn eine solche Reduction (was freilich nicht ist) zulässig wäre, 0,056 Mm. Länge, 0,025 Mm. Breite ergeben würde. Auf diese Angaben Harting's hin pflegt Cryptobranchus als dasjenige Thier bezeichnet zu werden, welches die grössesten Blutkörperchen besitze. Wiewohl ich dieselben nun im Mittel aus 30 Messungen sogar grösser finde, als Harting in 10 Messungen [wobei ich mit den Resultaten einer älteren Messung van der Hoeven's nahe zusammentreffe ***)], so ergeben meine Messungen für den Proteus doch noch weit ansehnlichere Maasse, und es besitzt dieses letztere Thier hiernach unzweifelhaft grössere Blutkörperchen, als Cryptobranchus. Man erkennt dies bereits ohne Messung, mittelst des blossen Augenmaasses, sobald man die Blutkörperchen beider Thiere unmittelbar hintereinander

*) Note sur les corpuscules sanguins du Cryptobranchus, overgedrukt uit Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Deel VII, p. 368.

**) Beiträge zur vergleichenden Physiologie, Heft 2, pag. 11.

***) Groote Bloedschijfjes bij Cryptobranchus japonicus; eene Bijdrage tot de vroegere Mededeelingen over dit dier.

mikroskopirt *). Ich stelle zur bequemeren Uebersicht folgende Maassangaben zusammen.

1. Cryptobranchus japonicus.

(v. d. Hoeven)

Blutkörperchen trocken; . . . . . Länge 0,053 Mm., Breite 0,033 Mm.

" frisch; Mittel aus 10 Messungen (Harting) " 0,047 " " 0,033 "

" trocken; Mittel " 30 " (Welcker) " 0,051 " " 0,032 "

2. Proteus anguineus.

(R. Wagner)

Blutkörperchen frisch; . . . . . Länge 0,056 Mm., Breite 0,025 Mm.

" " ; Mittel aus 20 Messungen (Welcker) " 0,058 " " 0,034 "

" trocken; " " 20 " (Welcker) " 0,058 " " 0,036 "

*) Ich habe die Messungen für Cryptobranchus an einem Präparate ausgeführt, welches ich der Güte Hrn. Prof. Harting's verdanke; der Umstand, dass die Blutkörperchen dieses Präparates getrocknet sind, kann die erheblichen Maassverschiedenheiten nicht bedingt haben, welche Harting's und meine Messungen zeigen.

Van der Hoeven, indem er die ausserordentliche Grösse der Blutkörperchen des Proteus und des Cryptobranchus hervorhob, gegenüber denjenigen des Salamanders und der europäischen Tritonen, fand auch in diesen Grössenverhältnissen eine Stütze für seine Ansicht, dass Cryptobranchus kein Salamander, sondern ein Proteïde sei und sprach a priori die Vermuthung aus, „dass auch Siren, Menobranchus, Axolotl etc. sehr grosse Blutkörperchen besitzen möchten.“ Ich bemerke hierzu, dass spätere Messungen diese Vermuthung vollkommen bestätigt haben. Nach einer Bestimmung, die ich an Spiritusexemplaren der Giessner Sammlung ausführen konnte, besitzen die Blutkörperchen von Menobranchus etwa 0,045 Länge, 0,025 Breite; für Axolotl giebt Milne-Edwards 0,040 Mm. Länge, 0,025 Breite an; für Siren lacertina, „das Wirbelthier, welches die grössesten Blutkörperchen besitzt“ (0,062 Mm. lang nach Gulliver), geben Magron & Vaillant 0,054 bis 58 Mm. Länge, 0,024 bis 27 Breite an, während Amphiuma tridactylum nach Riddel (Canstatt's Jahresbericht für 1859, Histologie, pag. 133) um $^1/_3$ grössere Blutkörperchen besitzen soll, als Proteus.

Ich schliesse hier eine Notiz über die Blutkörperchen von Lepidosiren annectens an, von deren Beschaffenheit bis hierher nichts bekannt wurde. Noch während des Druckes dieser Abhandlung hatte ich durch die Güte Herrn Prof. Leuckart's Gelegenheit, die Blutkörperchen dieses höchst merkwürdigen Thieres bei einem lebenden, etwa 1 Fuss grossen Exemplare zu untersuchen. Ohne auf die systematische Stellung des genannten Thieres hier einzugehen, glaube ich hervorheben zu dürfen, dass die Blutkörperchen desselben meinen Messungen zufolge von denen der Fische weithin abweichen, während sie sich denjenigen der Tritonen und Proteiden nahe anschliessen. Man vergleiche die bei Lepidosiren gefundenen Maasse, welche der unten folgenden Tabelle beigefügt sind. Ein Längsdurchmesser des Blutkörperchens von 0,019 Mm. wird nach der von Milne-Edwards gegebenen Zusammenstellung von keinem Knochenfische erreicht; Durchmesser von 0,025 finden sich nur bei den Selachiern, und auch hier beträgt das höchste der verzeichneten Maasse (Torpedo oculata) nur 0,033 Mm. Kleinheit der Blutkörperchen ist im Vergleiche mit den Amphibien ein deutlich hervortretender Charakter der Fische; bei Lepidosiren nun finden wir Blutkörperchen, welche diejenigen der meisten Amphibien, ja selbst der Tritonen an Grösse weithin übertreffen.

Aus dem vorhin erwähnten Grunde habe ich mich überall nur eigner Messungen bedient und gebe in Folgendem die Zusammenstellung derselben. Bei den mit * bezeichneten Thieren wurde neben der Messung der Blutkörperchen auch die Zählung derselben sowie die Volum- und Oberflächenbestimmung ausgeführt. Ebendieselben Individuen — mit Ausnahme des Lama und des Elephanten — waren auch zur Bestimmung der Blutmenge benutzt worden.

Noch erwähnt sei, dass die Blutkörperchen des Frosches Nr. 10 u. 11 nicht im feuchten Zustande, sondern an getrockneten Präparaten gemessen wurden. Ebenso gehören die in der Tabelle verzeichneten Blutkörperchen des Moschus einem trocknen Präparate an, welches ich der Güte des jüngst verstorbenen Queckett verdanke. Dass die Blutkörperchen des Cryptobranchus sowie die des mit 2 bezeichneten Proteus ebenfalls in trocknem Zustande gemessen sind, wurde bereits erwähnt.

Durchmesser der Blutkörperchen (Mm.).

	Zahl der gemessenen Körperchen	Länge.		Breite.		Dicke.
		Mittel	Minimum u. Maximum	Mittel	Minimum u. Maximum	
Vespertilio noctula 1.*)	20	0,0061	0,0054 - 66	—	—	—
Hund (Dachs) . . .	10	0,0073	0,0065 - 82	—	—	—
Katze 1.	20	0,0065	0,0058 - 74	—	—	—
*Myoxus glis 2, mas.	20	0,0062	0,0055 - 69	—	—	0,0016
Kaninchen	20	0,0069	0,0062 - 80	—	—	0,0017
*Lama	20	0,0080	0,0071 - 98	0,0040	0,0037 - 44	0,0016
Schaaf	20	0,0050	0,0038 - 56	—	—	—
Ziege 1, altes Thier.	20	0,0041	0,0036 - 46	—	—	0,0010
*Ziege 2, 8 Tage alt	40	0,0054	0,0039 - 66	—	—	0,0010
Moschus javanicus .	5	0,0025	0,0022 - 30	—	—	0,0006?
*Elephas indicus, 9J. alt	20	0,0094	0,0084 - 106	—	—	0,0018
Wendehals . . .	10	0,0139	0,0134 - 146	0,0070	0,0062 - 76	—
Sperling	10	0,0119	0,0108 - 136	0,0068	0,0066 - 72	0,0020
*Buchfink, 2 Monat alt	20	0,0124	0,0112 - 138	0,0075	0,0066 - 86	0,0018
*Taube 3. alt . . .	20	0,0147	0,0132 - 160	0,0065	0,0062 - 72	0,0025
Taube 2, flügge . .	10	0,0126	0,0116 - 140	0,0078	0,0070 - 82	—
Taube 5, flügge . .	10	0,0137	0,0124 - 160	0,0078	0,0074 - 80	—
Huhn 1.	10	0,0121	0,0104 - 132	0,0072	0,0066 - 74	—
Ente 1.	10	0,0129	0,0118 - 140	0,0080	0,0076 - 86	—
*Lacerta agilis mas, 6.	60	0,0158	0.0124 - 199	0,0098	0,0086 - 121	0,0024
*Lacerta agilis mas, 8.	20	0,0159	0,0112 - 174	0,0100	0,0086 - 113	0,0025
*Lacerta agilis mas. 9.	20	0,0161	0,0148 - 175	0,0099	0,0088 - 108	0,0024
*Lacerta muralis . . .	20	0,0154	0,0138 - 163	0,0103	0,0092 - 112	0,0028
*Rana temporaria 13.	50	0,0223	0,0180 - 260	0,0157	0,0135 - 180	0,0036
*Rana tempor. 10 u. 11.	50	0,0214	0,0140 - 260	0,0156	0,0120 - 180	0,0036
Rana bombina	10	0,0302	0,0246 - 334	0,0182	0,0162 - 200	0,0045
*Triton cristatus m., 1	20	0,0293	0,0259 - 327	0,0195	0,0184 - 216	0,0050
*Salamandra macul. 2.	20	0,0378	0,0302 - 415	0,0238	0,0211 - 258	0,0070
*Proteus anguineus, 1.	20	0,0582	0,0488 - 720	0,0337	0,0302 - 368	0,0090
*Proteus anguineus, 2.	20	0.0579	0,0499 - 733	0,0356	—	—
Cryptobranchus japon.	30	0,0512	0,0460 - 579	0,0317	—	—
Stöhr	10	0,0134	0,0124 - 145	0,0104	0,0095 - 116	—
Cyprinus gobio . . .	10	0,0177	0,0122 - 138	0,0101	0,0090 - 112	—
Cyprinus alburnus . .	10	0,0131	0,0118 - 145	0,0080	0,0073 - 86	—
*Petromyzon marinus	20	0,0150	0,0134 - 160	0,0150	—	0,0030
Ammocoetes branchial.	10	0,0117	0,0109 - 124	0,0117	—	—
Lepidosiren annectens	15	0,0410	0,0360 - 440	0,0290	0,0220 - 330	—

*) Unter eben diesen Nummern wurden dieselben Individuen in der Tabelle der Blutmenge (diese Zeitschrift, dritte Reihe, Bd. IV, p. 158) aufgeführt.

Bei der **Zählung** der Thierblutkörperchen habe ich mich ganz ebenso, wie bei den menschlichen, der von Vierordt begründeten Zählmethode bedient, unter genauer Beibehaltung aller der Abänderungen, welche ich in früheren Mittheilungen näher geschildert und motivirt habe *). Eine der wesentlichsten dieser Abänderungen, welche jetzt als ein Glied des Vierordt'schen Verfahrens gilt, und welche von Allen, welche Blutkörperchen gezählt haben, gebilligt wurde, besteht darin, dass statt des ungemischten Blutes 1000 bis 2000fache Verdünnungen benutzt werden, so dass man nicht, wie dies bei dem ursprünglichen Verfahren in misslichster Weise der Fall war, an ein mikroskopisch zu bestimmendes, äusserst kleines Flüssigkeitsvolum gebunden ist, sondern mit relativ grossen, 1 bis 10 Cub.Mm. fassenden, einmal für allemal calibrirten Glascapillaren arbeitet. Der Vortheil dieses Verfahrens ist gleich gross in Bezug auf Bequemlichkeit, wie auf Sicherheit und innere Vergleichbarkeit der Resultate. Es muss nun aber die Kochsalzlösung, welche zur Verdünnung des zur Zählung zu benutzenden Blutes dient, concentrirt genug sein, um nicht durch Auslaugung und Entfärbung einen Theil der Blutkörperchen für die Zählung verloren gehen zu lassen; nach der anderen Seite würde ein Zuviel des Kochsalzes dadurch schaden, dass in dem zur Zählung zu benutzenden trocknen Präparate eine Menge von Krystallen anschiessen und die Blutkörperchen verdecken würden. Ein Verlust auch nur einer kleinen Zahl von Blutkörperchen, auf die eine oder die andere Weise herbeigeführt, würde für das ganze Verfahren verhängnissvoll sein. Was nun die von mir früher empfohlene Salzlösung anlangt (1000 CC. Wasser zu 6 Gramm Kochsalz), so ist derselben von mehreren Forschern, welche sich ihrer bedienten, ein sehr unbedingtes Lob ertheilt worden. Da dieselbe indessen ursprünglich nur für menschliches Blut bestimmt und ihre Zusammensetzung durch Experimen-

*) Von Einer Seite sind diese Abänderungen wenig erheblich genannt worden. Wer mit der Blutzählung selbst einen Versuch gemacht hat, wird die Unterschiede des Vierordt'schen und meines Verfahrens zu würdigen wissen. Uebrigens hat Vierordt, freilich ohne dies der Erwähnung werth zu finden, die wichtigsten der von mir eingeführten Modificationen sich angeeignet (vgl. Prager Vjschr., Bd. 44, pag. 60 bis 63). In jeder neuen Auflage des Grundrisses der Physiologie erfahren wir, wie nach der Vierordt'schen Methode „ein minimstes Blutvolum" abgemessen wird, „eine minime Menge" der Blutmischung in eine Capillare einsteigt. Die Wenigen, welche in der Folge Blutzählungen unternommen haben, bedienten sich der von mir eingeschlagenen Wege; nach Vierordt's Vorschrift hat Niemand gearbeitet.

tiren mit solchem Blute festgesetzt worden war, so musste nun zunächst ermittelt werden, ob diese Lösung auch für die zu untersuchenden Thierblutarten geeignet sei. Meine hierzu angestellten Versuche zeigten, dass die Blutkörperchen verschiedener Thiere, wie dies später auch Stoelzing bei seinen Zählungen theilweise beobachtete, für ihre intacte Conservirung sehr verschiedene Concentrationsgrade des künstlichen Serums bedürfen, und es scheint mir dieses Resultat nicht nur für die Technik der Blutkörperchenzählung von Belang, sondern auch von einigem Interesse für die Histologie des Blutes.

Um zu erfahren, welcher niederste Concentrationsgrad der zu dem Blute zuzusetzenden Salzlösung erforderlich sei, um nicht die geringste sichtbare Spur des Farbstoffs der Blutkörperchen austreten zu lassen, mischte ich zu je 100 CC. Wasser 0,1 — 0,2 — 0,3 Grm. u. s. f. lufttrocknes Kochsalz und fügte zu jeder dieser Lösungen 100 Cub.Mm. des zu untersuchenden Blutes. Die umgeschüttelte Mischung wurde zurückgestellt und nach 24stündigem Stehen untersucht. Ich beschränke mich, in folgender Zusammenstellung für einige der benutzten Blutarten je drei Concentrationsgrade zu nennen und ihre Wirkung anzugeben. Unter I diejenige saturirteste Mischung, bei welcher der Blutfarbestoff noch vollständig austrat; unter II die Mischung, bei welcher der Farbestoffaustritt bereits sehr mässig blieb; unter III diejenige Concentration, welche eben hinreichte, den Farbestoffaustritt vollkommen zu verhüten, ohne bereits eine Schrumpfung oder sonst merkliche Veränderung der Blutkörperchen herbeizuführen.

Die seit 24 Stunden ruhig stehende Mischung

I.	II.	III.
ist eine hellrothe, vollkommen durchscheinende Flüssigkeit. Am Boden ein grauweisses, sehr sparsames Sediment.	zeigt ein rothes, wolkenartiges, bei leisester Berührung des Glases aufwirbelndes Sediment, welches aus aufgeblähten, stark entfärbten Blutkörperchen besteht und ohne scharfe Grenze in die darüberstehende, hellrothe und durchscheinende Flüssigkeit hinaufragt.	zeigt ein tiefrothes Sediment, welches aus einer compacten, am Boden festliegenden, sehr dünnen Schicht v. Blutkörperchen besteht. Die Flüssigkeit selbst ist von dem Sedimente scharf abgegrenzt, sie ist vollkommen farblos und klar, wie reines Wasser.

Umgeschüttelt erscheint die Mischung:

I.	II.	III.
hellroth, vollkommen durchscheinend.	hellroth, unvollkommen durchscheinend.	hellroth, mit einem Stich in's Graue; sie ist noch weniger durchscheinend, als Nr. II. Beim Umschütteln sieht man die Blutkörperchen in Wirbeln durcheinanderfahren und bemerkt die Lichtspiegelung der einzelnen Körperchen.

Die genannten Erscheinungen erfordern:

	I.	II.	III.
Bei Froschblut	Grm.	Grm.	Grm.
	100 CC. Wasser: 0,05 Kochs.	100 CC. Wasser: 0,1	100 CC. Wasser: 0,2
Bei Kaninchenblut			
	100 CC. Wasser: 0,2 „	„ „ „ 0,32 Kochsalz.	„ „ „ 0,4 Kochsalz.
Bei Blut des Huhnes			
	100 CC. Wasser: 0,3 „	„ „ „ 0,35	„ „ „ 0,5
Bei Blut der Taube			
	100 CC. Wasser: 0,45 „	„ „ „ 0,5	„ „ „ 0,6

Nach vorstehenden Versuchen werden die Blutkörperchen des Frosches durch Zusatz äusserst schwacher Salzlösungen, innerhalb welcher die Körperchen des Vogel- und Säugethierblutes bereits das Maximum der Quellung erleiden und ihren Farbstoff austreten lassen (Wasser mit nur $^2/_{1000}$ Gewichtstheilen Chlornatrium), soweit das Mikroskop dies entscheiden kann vollkommen intact gelassen; dagegen werden Vogelblutkörperchen durch weit concentrirtere Salzlösungen (100 CC. Wasser: 0,3 bis 0,45 Grm. Salz), bei welchen Säugethierblutkörperchen nahezu intact bleiben, ihres Farbstoffes beraubt, so dass das Mikroskop eben nur noch die Kerne derselben erkennen lässt. Schon nach dieser Beobachtung lässt sich auf ein sehr concentrirtes Plasma des Vogelblutes schliessen, und es stimmt ein solches Verhalten sehr gut mit zahlreichen anderen Beobachtungen, nach welchen der überall auf Gewichtsersparniss angelegte Vogelkörper grössere Wassermengen nirgends beherbergt. Andererseits war mir jene grosse Verletzlichkeit der Vogelblutkörperchen einigermassen auffallend, da ich wiederholt die Bemerkung gemacht hatte, dass Vogelblut, selbst in dickeren Schichten auf Glas aufgestrichen und getrocknet, die einzelnen Körperchen sehr wohlerhalten zeigt, die hiernach eine gewisse Derbheit zu besitzen scheinen, während das Blut anderer Geschöpfe unter den genannten Umständen eine rissige Kruste mit ineinandergeflossenen Contouren der Blutkörperchen zu bilden pflegt.

Für die Technik der Zählung ergiebt sich aus obigen Versuchen, dass ein Zusatz von 0,6 Grm. Kochsalz zu 100 CC. Wasser für alle Blutarten mit Vortheil benutzt werden kann; ich habe mich jener Mischung in allen Fällen bedient, mit Ausnahme der Zählungen von Amphibienblut, bei welchen ich schwächere Salzlösungen wählte.

In der Regel benutzte ich eine 1000fache Verdünnung des Blutes; waren die Blutkörperchen eines Thieres voraussichtlich sehr zahlreich, so dass nach den übrigen Bedingungen des Verfahrens eine 1000fache Verdünnung ein an Blutkörperchen allzureiches Präparat geliefert haben würde, so wählte ich reichlichere Salzwasserzusätze; umgekehrt im entgegengesetzten Falle.

Nach der Grösse der Körperchen richtete sich die Wahl der Glascapillare, mittelst welcher das zu durchzählende Volum aus der Blut-Salzwassermischung entnommen wurde; ein Missverhältniss zwischen dem Caliber der Capillare und dem Durchmesser der Blutkörperchen würde zu den übelsten Folgen führen. Zur grösseren Sicherheit benutzte ich für die

Herstellung der einzelnen Zählpräparate desselben Blutes meist verschiedene, ihrem Volum nach recht differente Röhrchen, die aber in allen Fällen die Blutkörperchen ohne Zwang und Drängen eintreten liessen; so übersteigt der Querdurchmesser des engsten bei Proteus benutzten Röhrchens den grossen Durchmesser des Proteusblutkörperchens um mehr als das 7 fache *).

Meine Zählungen sind folgende:

	Verdünnung des Blutes.	Werth der Capillare (Cub.Mm.)	Direct gezählte Blutkörperchen.	Ein Cub.Mm. Blut enthält Blutkörperchen im Einzelversuche.	Ein Cub.Mm. Blut enthält Blutkörperchen im Mittel.
Lama.	2001	1,360	9597	14 120 000	13 890 000
			9286	13 660 006	
Ziege, 8 Tage alt. . .	1001	1,646	16399	9 970 000	9 720 000
		1,646	15147	9 210 000	
		1,360	13563	9 980 000	
Myoxus glis mas, 2. . .	1001	1,646	13462	8 190 000	8 410 000
		1,360	11731	8 630 000	
Elephant	1001	1,646	3126	1 900 000	2 020 000
		1,646	3297	2 000 000	
		1,360	3105	2 280 000	
		1,360	2556	1 880 000	
Buchfink	1001	1,646	6032	3 670 000	3 660 000
		1,360	5016	3 690 000	
		1,360	4938	3 630 000	
Taube, 3.	1001	2,009	3629	1 810 000	2 010 000
		2,009	3562	1 770 000	
		1,646	4017	2 440 000	
Lacerta agilis mas, 7. .	2001	4,950	3679	1 490 000	1 550 000
		2,009	1526	1 520 000	
		1,646	1349	1 640 000	
Lacerta agilis mas, 9. .	1001	4,950	6661	1 350 000	1 370 000
		1,616	2264	1 380 000	
		1,360	1885	1 390 000	
Lacerta agilis mas, 8. .	1001	4,950	5714	1 150 000	1 330 000
		2,009	2776	1 380 000	
		1,646	2339	1 420 000	
		1,646	2401	1 460 000	
		1,360	1708	1 260 000	

*) Die Schwankungen der unten aufgeführten Einzelzählungen hängen nicht, wie man vielleicht vermuthen könnte, von Einflüssen der verschiedenen bei ihnen benutzten Capillaren ab. Sie sind vielfach eine Folge davon, dass bei den Einzelversuchen das Blut oftmals aus Wunden verschiedener Körpertheile entnommen und jede Blutprobe einzeln für sich zur Zählung verwendet wurde.

	Verdünnung des Blutes.	Werth der Capillare (Cub.Mm.)	Direct gezählte Blutkörperchen.	Ein Cub.Mm. Blut enthält Blutkörperchen im Einzelversuche.	Ein Cub.Mm. Blut enthält Blutkörperchen im Mittel.
Lacerta muralis, mas. .	1001	2,009	1970	982 000	960 000
		1,646	1597	971 000	
		1,360	1258	926 000	
Rana temporaria mas, Nr. 13, frisch eingefangen.	1001	4,950	1766	357 000	365 000
		2,009	746	372 000	
		1,646	611	372 000	
		1,646	592	360 000	
Rana temporaria mas, Nr. 10, seit 14 Tagen eingefangen.	1001	2,009	905	451 000	458 000
		2,009	937	467 000	
		2,009	928	462 000	
		1,646	741	451 000	
Rana temporaria mas, Nr. 11, seit 14 Tagen eingefangen.	1001	2,009	858	427 000	429 000
		2,009	904	450 000	
		2,009	856	427 000	
		1,646	676	411 000	
Triton cristatus, mas.	1001	10,0	980	98 100	103 000
		4,950	464	93 800	
		2,009	216	107 600	
		2,009	189	94 200	
		1,646	178	108 300	
		1,646	188	114 300	
Salamandra maculosa, mas, Nr. 2.	1001	10,0	842	84 300	80 000
		4,950	377	76 200	
		4,950	404	81 700	
		4,950	389	78 700	
		4,950	391	79 100	
Proteus anguineus, fem, seit mehren Monaten fastend.	501	10,0	670	33 600	33 600
Proteus anguineus, fem, wie oben.	501	4,950	377	38 200	38 100
			365	36 900	
			377	38 200	
			387	39 200	
Petromyzon marinus, fem.	1001	4,950	546	110 000	133 000
		2,461	348	142 000	
		1,646	257	156 000	
		1,646	216	131 000	
		1,646	218	133 000	
		1,360	179	132 000	
		1,360	177	130 000	

Eine Zusammenstellung fremder und eigner Zählungen ergiebt folgende Tabelle, welche in ihrer letzten Columne auch die Grösse der betreffenden Blutkörperchen nennt. Reihenfolge nach der Zahl der Körperchen.

	Beobachter.	Zahl der Blutkörperchen pro Cub.Mm.		Grösse der Blutkörperchen (Mm.).
1. Lama	Verf.	. . .	13 890 000	0, 00 80
2. Ziege, jung	ders.	. . .	9 720 000	0, 00 54
3. Myoxus glis	ders.	. . .	8 410 000	0, 00 62
4. Schwein	Stölzing	. . .	5 440 000	0, 00 60 *)
5. Kalb a.	ders.	5 500 000	5 120 000	—
b.	ders.	4 740 000		
6. Ochse	ders.	. . .	5 070 000	0, 00 60
7. Hund Hühnerhund, männl.	Stölzing	5 500 000	4 980 000	0, 00 73
mittelgross, weiblich		5 470 000		
desgl. desgl.		5 450 000		
Saufänger, männlich		5 360 000		
Pinscher, männlich		5 310 000		
Saufänger, männlich		5 000 000		
Pinscher, weiblich		4 860 000		
Hofhund, männlich		4 640 000		
Schäferhund, weibl.		4 630 000		
Dachshund, weiblich		4 490 000		
Dachshund, männlich		4 090 000		
Dachshund, weiblich	Vierordt	4 610 000	4 420 000	0, 00 73
Spitzhund, weiblich		4 230 000		
8. Murmelthier, ungefähr in der Mitte des Winterschlafes.	ders.	. . .	4 430 000	—

*) Die Maasse der Blutkörperchen von Schwein und Ochse sind nach Gulliver beigefügt.

	Beobachter.	Zahl der Blutkörperchen pro Cub. Mm.		Grösse der Blutkörperchen. (Mm.)
	Stölzing	. . .	4 870 000	
9. Kaninchen klein, lebhaft; Vers. 31	Vierordt	6 030 000	3 700 000	0, 0069
9. Kaninchen erwachsen, kräftig; V. 25	Vierordt	3 220 000	3 700 000	0, 0069
9. Kaninchen klein, schlechtgen.; V. 33	Vierordt	2 780 000	3 700 000	0, 0069
9. Kaninchen erwachsen, kräftig; V. 23	Vierordt	2 760 000	3 700 000	0, 0069
10. Elephant	Verf.	. . .	2 020 000	0, 0094
11. Huhn	Stölzing	. . .	3 860 000	0, 0121
12. Buchfink	Verf.	. . .	3 660 000	0, 0124
13. Taube	ders.	. . .	2 010 000	0, 0147
14. Lacerta agilis mas, Nr. 7.	Verf.	1 550 000	1 420 000	0, 0159
14. Lacerta agilis mas, Nr. 8.	ders.	1 370 000	1 420 000	0, 0159
14. Lacerta agilis mas, Nr. 9.	ders.	1 330 000	1 420 000	0, 0159
15. Lacerta muralis . . .	ders.	. . .	960 000	0, 0154
16. Rana temporaria mas, seit 14 Tagen eingefangen .	Ders.	443 000	404 000	0, 0218
16. Rana temporaria mas, frisch eingefang.	ders.	365 000	404 000	0, 0218
17. Triton cristatus, mas. . .	ders.	. . .	103 000	0, 0293
18. Salamandra maculosa, mas.	ders.	. . .	80 000	0, 0378
19. Proteus anguineus, fem. .	ders.	. . .	36 000	0, 0582
29. Petromyzon marinus, fem.	Ders.	. . .	133 000	0, 0150

Bei der Durchmusterung seiner Zählungen von Thierblutkörperchen fand Stoelzing es bemerkenswerth, dass mit Ausnahme des Hühnerblutes (3 Millionen Blutkörperchen) keine Zählung über 6 und keine unter 4 Millionen ergeben hatte. Unsere Erweiterung der Tabelle weist nun innerhalb der Thierreihe weit erheblichere Schwankungen nach, als deren Extreme für jetzt zu bezeichnen sind: 14 Millionen Blutkörperchen beim Lama, 36 Tausend Blutkörperchen bei Proteus.

Ein Blick auf unsere Tabelle zeigt, dass Zahl und Grösse der Blutkörperchen im Ganzen ziemlich durchgreifend in umgekehrtem Verhältniss stehen. Die Ziffern bei Lama widersprechen nur scheinbar, da 0,0080 hier den Längsdurchmesser eines elliptischen Blutkörperchens ausdrückt.

Vierordt hat hervorgehoben, dass bei verschiedenen Exemplaren einer und derselben Thierart die Zahl der Blutkörperchen nicht selten in äusserst weiten Grenzen schwanke. (Vergl. Nr. 9 der vorstehenden Tabelle, woselbst sich Minimum und Maximum verhalten wie 1:2,2 *)). Aber die Versuchsreihe Vierordt's umfasst theilweise nicht ganz gesunde Thiere, und die Resultate seiner Einzelzählungen eines und desselben Blutes leiden, wie Stölzing bemerkt, an erheblichen Schwankungen. Stölzing, welcher sich bei der Zählung des von mir empfohlenen Verfahrens bediente, erfreute sich stets einer weit grösseren Uebereinstimmung; so verhält sich z. B. bei 11 Hunden (Nr. 7 unserer Tabelle) das kleinste Endmittel zum grössesten, wie 1 : 1,3. Ich selbst fand bei verschiedenen Exemplaren von Lacerta agilis eine Schwankung, welche 1:1,6 entspricht; bei Fröschen, woselbst Minimum und Maximum sich wie 1 : 2,3 verhielten, waren die blutkörperchenreicheren Thiere offenbar in Folge des Einsitzens im warmen Zimmer arm an Plasma geworden. Noch längeres Einsitzen machte ihr Blut äusserst dunkelfarbig; es war durch allgemeinen Säftemangel ganz unzweideutig eine relative Vermehrung der Blutkörperchen erfolgt.

Volum- und Oberflächenbestimmung. Dieselbe wurde, wie bereits erwähnt, ganz in derselben Weise ausgeführt, wie dies oben für das menschliche Blutkörperchen geschildert ist. Bei der Volumbestimmung der elliptischen Blutkörperchen zeigte es sich, dass eine Berechnung, welche die Körperchen

*) Vierordt behauptet zugleich, gerade die körperchenreichsten Blutspecimina nicht selten am wenigsten gefärbt gefunden zu haben. Hiervon im folgenden Abschnitt, Seite 303 und 304.

als Cylinder von elliptischem Umfang annehmen wollte, ein noch fehlerhafteres Resultat ergeben würde, als dies für die runden Blutscheiben nachgewiesen wurde. Dagegen fand ich, dass die Vergleichung der Gewichte des cylindrischen und des ausmodellirten Körperchens mit ganz verschwindenden Unterschieden zu demselben Resultate führt, welches man auch ohne Modellirung, einfach durch Rechnung dann erhält, wenn man jeden der drei Hauptdurchschnitte des elliptischen Blutkörperchens als ein Ellipsoid betrachtet. Ich habe darum bei den elliptischen Blutkörperchen fast durchgehends die durch Rechnung erhaltene Volumziffer gesetzt und in mehreren Fällen cylindrische Modelle gar nicht ausgeführt, sondern nur solche mit abgerundeten Rändern — letzteres behufs der Oberflächenbestimmung.

Schreiten wir sogleich zur Zusammenstellung der Tabellen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		A. Ein Blutkörperchen besitzt:					B. Ein Cub.Mm. Blut besitzt:			
	Körpergewicht des Thieres. (Gramm)	Länge (Mm.)	Breite (Mm.)	Dicke (Mm.)	Oberfläche (□Mm.)	Volum (Cub.Mm.)	Blutkörperchen (an Zahl)	Blutkörperchenoberfläche (□Mm.)	Blutkörperchenvolum (Cub.Mm.)	Plasma (Cub.Mm.)
Ziege, 8 Tage alt	3330	0, 0054	—	0, 0010	0, 000 056	0, 000 000 020	9 720 000	545	0, 20	0, 80
Lama	—	0, 0080	0, 00 40	0, 0016	0, 000 064	0, 000 000 026	13 900 000	893	0, 37	0, 63
Myoxus glis, mas.	85,8	0, 0062	—	0, 0016	0, 000 084	0, 000 000 040	8 410 000	704	0, 34	0, 66
Mensch (Mann v. 33 J.) . .	60 000	0, 0077	—	0, 0019	0, 000 128	0, 000 000 072	5 000 000	640	0, 36	0, 64
Elephant, weiblich. . . .	3000 000	0, 0094	—	0, 0018	0, 000 176	0, 000 000 106	2 020 000	356	0, 22	0, 78
Buchfink	22,1	0, 0124	0, 0075	0, 0018	0, 000 162	0, 000 000 088	3 660 000	592	0, 32	0, 68
Taube	280,8	0, 0147	0, 0065	0, 0025	0, 000 184	0, 000 000 125	2 010 000	369	0, 25	0, 75
Lacerta agilis mas, Nr. 7. .	13,0	0, 0158	0, 00981	0, 0024	0, 000 264	0, 000 000 195	1 550 000	409	0, 30	0, 70
„ „ „ Nr. 9. .	11,9	0, 0161	0, 0099	0, 0024	0, 000 275	0, 000 000 200	1 370 000	377	0, 27	0, 73
„ „ „ Nr. 8. .	12,9	0, 0159	0, 0100	0, 0025	0, 000 283	0, 000 000 208	1 330 000	376	0, 28	0, 72
Mittel aus 3 Lac. agiles . .	12,6	0, 0159	0, 0099	0, 0024	0, 000 274	0, 000 000 201	1 420 000	387	0, 28	0, 72
Lacerta muralis mas. . . .	7,1	0, 0154	0, 0103	0, 0028	0, 000 286	0, 000 000 232	960 000	275	0, 22	0, 78
Rana temporaria, Nr. 10 u. 11	44,6	0, 0214	0, 0156	0, 0036	0, 000 591	0, 000 000 629	443 000	262	0, 28	0, 72
Rana temporaria, Nr. 13. . .	38,1	0, 0223	0, 0157	0, 0036	0, 000 614	0, 000 000 660	365 000	224	0, 24	0, 76
Triton cristatus	8,3	0, 0293	0, 0195	0, 0050	0, 001 029	0, 000 001 496	103 000	106	0, 15	0, 85
Salamandra maculosa, Nr. 2. .	25,2	0, 0378	0, 0238	0, 0070	0, 001 617	0, 000 003 297	80 000	129	0, 26	0, 74
Proteus anguineus, fem. . .	13,4	0, 0582	0, 0337	0, 0090	0, 003 444	0, 000 009 200	36 000	124	0, 33	0, 67
Petromyzon marinus, fem. .	1093,8	0, 0150	0, 0150	0, 0030	0, 000 455	0, 000 000 506	133 000	60	0, 07	0, 93

	11	12	13	14	15	16	17
	C. Das ganze Thier besitzt:				D. 100 Grm. Thier besitzen:		
	Körpergewicht. (Gramme)	Blut. (Cub.Mm.)	Blutkörperchenoberfläche. (□Mm.)	Blutkörperchenvolum. (Cub.Mm.)	Blut. (Cub.Cent.)	Blutkörperchenoberfläche. (□Mm.)	Blutkörperchenvolum. (Cub.Mm.)
Ziege	3330,0	197,3	108 000 000	38 700	5, 92	3 230 000	1160
Myoxus glis.	85,8	4,52	3 190 000	1 500	5, 27	3 710 000	1780
Mensch	60 000	4400	2 800 000 000	1 590 000	7, 33	4 690 000	2650
Buchfink	22,1	1,39	823 000	446	6, 29	3 720 000	2020
Taube	280,8	20,5	7 570 000	5 140	7, 30	2 700 000	1830
Lacerta agilis mas, Nr. 7.	13,0	0,71	288 000	213	5, 42	2 210 000	1640
„ „ „ Nr. 9.	11,9	0,67	252 000	183	5, 59	2 110 000	1530
„ „ „ Nr. 8.	12,9	0,86	323 000	238	6, 68	2 510 000	1070
Mittel aus 3 Lacertae agiles	12,6	0,74	288 000	211	5, 90	2 280 000	1410
Lacerta muralis mas.	7,09	0,44	122 000	99	6, 24	1 710 000	1390
Rana temporaria, Nr. 10 u. 11.	44,6	2,80	732 000	780	6, 27	1 640 000	1750
„ „ Nr. 13.	38,1	1,79	401 000	430	4, 71	1 050 000	1130
Triton cristatus	8,33	0,53	56 000	82	6, 31	670 000	980
Salamandra maculosa	25,2	1,39	180 000	370	5, 53	710 000	1460
Proteus anguineus, fem.	13,4	0,39	48 000	128	2, 90	360 000	960
Petromyzon marinus, fem.	1093,8	43,7	2 640 000	2930	3, 99	240 000	270

Indem ich eine genauere Durchmusterung der vorstehenden Tabellen dem Leser anheimgebe, beschränke ich mich auf die Hervorhebung weniger Thatsachen.

Fassen wir zunächst das Volum der Blutkörperchen ins Auge, so liess schon die auf Seite 286 und 287 gegebene Tabelle erkennen, dass Kleinheit der Körperchen im Ganzen mit grosser Zahl derselben, grosse Durchmesser mit geringerer Zahl zusammentreffen. Noch deutlicher zeigt dies die erste der beiden soeben gegebenen Tabellen, deren einzelne Glieder nach der wachsenden Volumziffer des Blutkörperchens (Columne 6) geordnet sind, in ihren Columnen 6 und 7. Blicken wir auf Columne 9 (Blutkörperchenvolum einer gegebenen Blutmenge), so zeigt es sich nun aber, dass Grösse und Zahl der Blutkörperchen in einem derart gesetzmässig umgekehrten Verhältnisse stehen, dass bei enormen Schwankungen innerhalb der Columne 6 das Gesammtvolum der in einer bestimmten Blutmenge enthaltenen Körperchen in einer und derselben Thierklasse sich nahezu gleich bleibt, durch die ganze Thierreihe hin aber nur in verhältnissmässig engen Grenzen wechselt *). Verhalten sich die Volumina des einzelnen Blutkörperchens bei Mensch, Taube, Eidechse, Frosch, Triton und Proteus wie:

1,0 — 1,7 — 3,2 — 9,2 — 17,7 — 127,7

so werden die Gesammtvolumina der Blutkörperchen gleicher Blutmengen durch folgende, weit weniger differirende Ziffern ausgedrückt:

1,0 — 0,7 — 0,8 — 0,7 — 0,4 — 0,9.

Das Gesammtvolum der in einem Cub. Mm. Blut enthaltenen Blutkörperchen ist in den niederen Wirbelthierklassen ein merklich geringeres als in den höheren Klassen; die kleine Versuchsreihe unserer Tabelle ergiebt folgende Endmittel:

---

*) Die bei der Ziege gefundene Ziffer 0,20 weicht freilich erheblich ab. Da diese Ziffer indess kleiner ist, als die entsprechenden Ziffern der meisten niederen Thierklassen, die sonst ziemlich constant jenen Werth kleiner haben, als die Säugethiere, so darf hier wohl an einen Untersuchungsfehler gedacht werden, falls nicht der Alterszustand der Ziege, deren Lungenathmung erst seit wenigen Tagen im Gange war, hier in Betracht kommt.

Mittel aus 4 Säugethieren:	32	Vol.	Blutkörperchen	zu	68	Vol.	Plasma *).
„ „ 2 Vögeln:	28	„	„	„	72	„	„
„ „ 4 beschuppten Amphibien:	27	„	„	„	73	„	„
„ „ 5 nackten Amphibien;	25	„	„	„	75	„	„
bei einem Fische: . .	7	„	„	„	93	„	„ **)

Berechnet man das Volum der Blutkörperchensubstanz nicht auf das Plasma, sondern auf das Körpergewicht des Thieres (vergl. Columne 17 der letzten Tabelle), so tritt, indem die Gesammtmenge des Blutes bei den Kaltblütern eine geringere ist, als bei den Warmblütern ***), die Blutkörperchensubstanz der niederen Klassen in noch höherem Grade zurück.

Betrachten wir nun die Verhältnisse der Oberfläche. Wie bei Volum und Zahl (Col. 6 und 7), so sehen wir auch bei Oberfläche und Zahl (Col. 5 und 7) einen umgekehrten Gang der diese beiden Beziehungen ausdrückenden Ziffern; wenden wir uns indess zu Columne 8, so zeigt es sich, dass die Gesammtoberfläche der Körperchen eines bestimmten Blutvolums bei den verschiedenen Thierklassen in erheblich weiteren Grenzen schwankend bleibt, als dies oben bei dem Gesammtvolum der Blutkörperchen der Fall war. Das Gesammtvolum der Blutkörperchen einer bestimmten Blutmenge dürfte (wenn wir von der einen, einen Fisch betreffenden Bestimmung absehen), durch die verschiedenen Thierklassen hindurch nur etwa um das Doppelte schwanken (von 0,18 bis 0,36); die Gesammtoberfläche schwankt um mehr als das Achtfache (Triton und Lama), um das Dreifache (Frosch und Mensch).

Das Wesen der Sache ist eben dies, dass ein nahezu sich gleichbleibendes Volum von Blutkör-

---

*) Wird die bei der Ziege gefundene Ziffer, die ich oben bei der Mittelziehung ausschloss, mitbenutzt, so erhält man 30 Vol. Blutkörperchen zu 70 Vol. Plasma.

**) Dass das zwischen Blutkörperchenvolum und Plasma bestehende Verhältniss durch die Thierreihe hindurch ohne Zweifel ein wechselndes sei, findet sich bereits bei Bergmann und Leuckart (Anatom.-physiol. Uebersicht des Thierreichs, pag. 159) hervorgehoben und namentlich daran erinnert, dass das Blut verschiedener Thiere beim Abdampfen sehr verschiedene Quantitäten trocknen Rückstandes liefert.

***) Die von mir mitgetheilten Blutmengebestimmungen (Diese Zeitschr., 3. Reihe, Bd. IV. pag. 145) ergeben als Endmittel:

für 8 Säugethierspecies	6,64	CC.	Blut	:	100	Grm. Thierkörper;
„ 5 Arten von Vögeln	7,65	„	„	„	„	„
„ 4 „ beschuppter Amphibien	6,22	„	„	„	„	„
„ 4 „ nackter Amphibien . .	5,20	„	„	„	„	„
„ 3 „ von Fischen	2,67	„	„	„	„	„

perchensubstanz bei gewissen Thieren (niedere Wirbelthierklassen) in eine mässige Zahl grosser und darum eine kleine Gesammtoberfläche repräsentirender Körperchen zerfällt, während dasselbe (ja ein an sich grösseres) Volum von Blutkörperchensubstanz bei anderen Geschöpfen (höhere Wirbelthierklassen) in eine erheblich grössere Zahl kleinerer und darum eine weit grössere Gesammtoberfläche bietender Blutkörperchen zerklüftet ist.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass von der Grösse der Gesammtoberfläche, welche die Blutkörperchen besitzen und von dem näheren Gegeneinandergerücktsein der Wandungen, welche das einzelne Körperchen begrenzen (Bildung dünnster, leicht durchdringlicher Theilstücke), die Intensität der Athmung und des innerhalb der Parenchyme sich entfaltenden Stoffwechsels der Blutkörperchen wesentlich abhängt*). Wir sehen nun, dass in beiden genannten Beziehungen die Blutkörperchen der Kaltblüter weit weniger günstig gestellt sind, als die der höheren Thiere. Bezeichnet man die Respiration als einen Verbrennungsprocess, so erinnert die Athmung der mit kleinen Blutkörperchen und raschem, energischem Stoffwechsel begabten warmblütigen Thiere gegenüber der Athmung der Kaltblüter, welche die entgegengesetzten Verhältnisse zur Schau tragen, an die bekannten Unterschiede, welche bei dem Verbrennen von Reisholz und von Stockholz zur Geltung kommen.

Wir fanden, dass bei den niederen Wirbelthierklassen schon an und für sich die Menge des Blutes eine geringere ist, als bei den höheren Klassen. Dieses Blut nun besitzt bei den niederen Klassen einen geringeren Procentgehalt an Blutkörperchen und diese Blutkörperchen wiederum besitzen eine geringere Gesammtoberfläche, als bei höheren Thieren.

Wie nun verhalten sich die Lungen, innerhalb welcher die an Gesammtoberfläche armen und für rasche Durchdringung ungünstig gestalteten Blutkörperchen der Kaltblüter ath-

---

*) Bereits Milne-Edwards (in seinem berühmten Werke: Leçons sur la Physiologie, Tome I, pag. 53) hebt hervor, dass die Blutkörperchen bei den verschiedenen Thieren um so kleiner gefunden würden, je grösser das Respirationsbedürfniss der betreffenden Thiere sei. — Dem sich steigernden Respirationsbedürfniss dürfte aber nicht sowohl durch Kleinheit der Blutkörperchen, als vielmehr durch eine verhältnissmässig grössere Zahl kleinerer Blutkörperchen genügt werden können; ohne Zweifel wurde ein Zusammentreffen dieser beiden Momente stillschweigend vorausgesetzt.

men sollen? Diese Lungen sind zunächst klein. Sie betragen dem Gewichte nach bei Fröschen 0,5 bis 1,0 Procent, bei beschuppten Amphibien 1,5 Procent des reinen Körpergewichtes, während dieselbe Ziffer bei Vögeln 1 bis 2 Procent, bei Säugethieren und Menschen 1 bis 2,5 Procent beträgt*). Aber das Gewicht an sich ist hier nicht entscheidend: es fragt sich, wie gross ist die Entfaltung der inneren Oberfläche, an welche die Athemluft anlehnt und an welcher die Lungencapillarien für ihre Verzweigungen Raum finden. Und auch in dieser Beziehung ist die Amphibienlunge nur ungünstig entwickelt; am ungünstigsten bei den Batrachiern, deren Lungenathmung freilich durch die Athmung der Haut einigermassen unterstützt wird.

Noch ein anderer Umstand dürfte der Erwähnung werth sein. Die Lunge der nackten Amphibien bildet, gegenüber der Säugethierlunge, welche so zu sagen ganz Oberfläche ist, einen geräumigen Sack, mit weitem freiem Innenraum, welcher eine im Verhältniss zur Lungenoberfläche ausserordentlich grosse Menge von Luft aufzunehmen vermag. Auf gleiche Werthe der Lungenoberfläche fällt hiernach bei den Amphibien ein weit grösseres Volum von Athemluft, als bei den Säugethieren, und es darf wohl erwartet werden, dass die erwähnten ungünstigen Verhältnisse der Athmung des Amphibienblutkörperchens auch hierdurch einige Ausgleichung finden.

Die Kleinheit der Blutkörperchen bei den Fischen, welche hierin alle übrigen Kaltblüter übertreffen, fällt auf, um so mehr, als man sich nach Durchmusterung der Grössenverhältnisse in den übrigen Klassen wohl berechtigt halten darf, Kleinheit der Blutkörperchen als ein Attribut der höheren Thiere anzusehen. Es darf hier vielleicht daran erinnert werden, dass den Fischen, indem sie darauf beschränkt sind, den Sauerstoff der im Wasser absorbirten Luft zu athmen, die ungünstigste Art der Respiration in der Reihe der Wirbelthiere zugefallen ist.

---

*) Nähere Angaben über diese und ähnliche Verhältnisse behalte ich mir vor für eine demnächst erscheinende Abhandlung: „Beiträge zur Statik des Thierkörpers."

III. Farbe des Blutes.

Gegen meinen Vorschlag, für gewisse ärztliche Zwecke die Farbe des Blutes zu prüfen, um sodann aus der Farbe einen Schluss auf die ungefähre Menge der vorhandenen Blutkörperchen zu ziehen, wurde von mehreren Seiten eingewendet, dass für einen solchen Schluss das Miteinandergehen von Färbekraft des Blutes und Zahl der Körperchen nicht genug erwiesen sei. Insbesondere suchte Vierordt den auf sehr schwachen Füssen stehenden Einwurf geltend zu machen, dass in mehreren seiner Versuche gerade die an Körperchen reichsten Blutproben die blässeste Farbe gezeigt hätten und umgekehrt. Ich glaube diesen Angaben gegenüber behaupten zu dürfen, dass die Ergebnisse, welche ich bei Zählungen und Farbeprüfungen menschlichen Blutes erhalten hatte, mich zu dem oben erwähnten Vorschlage hinlänglich berechtigten. Die jetzt mitzutheilenden Resultate aber, welche ich bei der Farbeprüfung zahlreicher Arten von Thierblut gewonnen, sprechen nicht minder für die Zulässigkeit desselben. Es wird indess nöthig sein, über die Art und Sicherheit des angewendeten Verfahrens einige Worte vorauszuschicken.

Es galt mir zunächst, zu untersuchen, in wieweit gleiche Volumina Blutkörperchensubstanz der verschiedensten Thiere gleiche oder verschiedene Färbekraft besitzen.

Die Untersuchung geschah mittelst der Blutfleckenscala. Von jedem zu untersuchenden Blute wurde [ganz ebenso wie ich dies für das menschliche Blut früher angegeben habe *)], ein genau abgemessenes Volum mit der 20fachen Menge Wassers vermischt; 10 Cub.Mm. dieser Mischung wurden sodann auf Papier zu einem kreisrunden Fleck von 1 Par.'' Durchmesser gleichmässig auseinander getrieben und getrocknet. Die so erhaltenen Blutflecken wurden nach ihrer Farbe geordnet und in eine aus menschlichem Blute von bekannter Körperzahl gebildete Scala eingereiht. Es war hiermit das Verhältniss der Färbekraft jedes einzelnen Thierblutes zu dem menschlichen Blute festgestellt **).

---

*) Anweisung zum Gebrauche der Blutfleckenscala. Giessen, 1854.

**) Das Urtheil, welches Herr Vierordt in seinem Grundriss der Physiologie über die colorimetrische Blutbestimmung abgiebt, lautet: „— — man kann daher auch Proben von annähernd gleichem Blutgehalte als gleich erkennen; geübte Augen sollen hierbei keinem grösseren Irrthum, als um 4 (!) Procent unterworfen sein," Wie

Da mehrfach die Meinung ausgesprochen wurde, dass nur bei einer ganz besonderen Geübtheit in der Abschätzung feiner Farbenunterschiede so scharfe Resultate der colorimetrischen Blutbestimmung möglich seien, wie die von mir mitgetheilten, so habe ich durch einige Personen, welche bis dahin niemals eine solche Bestimmung vorgenommen hatten, die Blättchen legen lassen und theile hier das Ergebniss dieser Versuche mit.

Die mit den Probeflecken einer aus einem Linnentuche ausgewaschenen, 92 CC. grossen Blutmenge behafteten Blättchen, mittelst deren es mir im Jahre 1854 gelungen war, jene Blutmenge auf 92,3 CC. zu bestimmen, lagen noch vor und ich ersuchte im Mai 1860 die unten genannten Personen, welche eine Blutfleckenscala damals zum erstenmal erblickten, die Blättchen in die Scala einzureihen. Die Resultate, laut den von den betreffenden Experimentatoren selbst niedergeschriebenen, im Original noch vorliegenden Ziffern und Berechnungen sind folgende:

1. Stud. med. Solger, im Mittel aus 10 Einzelbestimmungen 90,7 C. C.
2. Derselbe in einem 2. Versuche,
   im Mittel aus 10 Einzelbestimmungen 92,4 „
3. Stud. med. Jahn „ „ „ 6 „ 90,3 „
4. B. W. . . . . „ „ „ 10 „ 92,0 „
5. Prof. Volkmann „ „ „ 10 „ 90,5 „

Mittel aus 5 Versuchen . . . 91,2 C. C.

Man sieht aus diesen Zahlen, dass selbst ohne specielle

---

billig und wahrheitsgetreu dieses Urtheil ist, möge der Leser entscheiden. Da mit Zahlen leider nur zu häufig nicht allzu gewissenhaft verfahren wird — ein eclatantes Beispiel hiervon habe ich in dieser Zeitschrift (3. Reihe, Bd. IV, pag. 164) nachgewiesen — so hatte ich die von mir empfohlene Bestimmungsmethode einer zweimaligen öffentlichen Prüfung ausgesetzt und es ergab sich, dass der Bestimmungsfehler in beiden Fällen kleiner blieb, als $^1/_4$ Procent. (In dem einen, von Leuckart controllirten Falle betrug derselbe $^3/_{10}$ Procent; in dem zweiten, von E. H. Weber auf der Göttinger Naturforscherversammlung dirigirten Falle laut dem amtlichen Berichte, pag. 117, „kaum $^2/_{1000}$ — genauer $^1/_{1200}$ — der Menge des untersuchten Blutes.“) Eine Reihe namhafter Forscher, welche sich der von mir empfohlenen Methode bedienten, Bischoff[1]), Harless[2]), Heidenhain[3]), H. Vogel[4]), bezeugten die Genauigkeit derselben, und alles dies lag gedruckt vor, als Herr Vierordt jenes Urtheil niederschrieb. Ich fordere Herrn Vierordt auf, die Blutmenge eines Thieres, vorausgesetzt dass er dieselbe nicht bereits aus fremden, directen Bestimmungen kennt, um hiernach die Ziffern seiner Berechnungen einrichten zu können, einmal öffentlich bei einer Naturforscherversammlung aus der Zahl der Pulsschläge „abzuleiten“; ich wünsche ihm, dass auch er hierbei keinem grösseren Fehler, als von 2 bis 3/1000 unterfallen möge.

---

1) Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1855, pag. 331 und 1857 pag. 65.

2) Wissenschaftl. Untersuchungen über den Werth des englischen Patentfleisches, im Auftrag der k. bayr. Regierung angestellt, in Abhdlgen der k. bayr. Acad. d. Wissensch. in München, 1857, pag. 93.

3) Vierordt's Arch. 1857, pag. 507.

4) Beiträge zur pathol. Anatomie und Chemie der Nieren, Erlangen, 1855.

Einübung ein der Wahrheit sehr nahestehendes Resultat mittelst der Blutfleckenscala gefunden werden kann.

Von Interesse ist es zugleich, aus den hier mitgetheilten Versuchen zu ersehen, dass die Blutfleckenscala und die ihr eingereihten Blutproben noch nach sechs Jahre langer Aufbewahrung ein Resultat zu geben vermögen, welches nicht mehr, als um 1 Procent von der Wahrheit abweicht. Doch ist hier der Ort zu erwähnen, dass ein allmäliges Verblassen der Scala, worüber ich bei der ersten Ankündigung derselben noch keine weitreichende Erfahrung haben konnte, im Laufe mehrerer Jahre allerdings eintritt. Blutproben, welche ich nach 4—6 Jahre alten Scalen zu bestimmen versuchte, gaben ein augenscheinlich zu hohes Resultat, und es wird hiernach das von mir pag. 13 meines Schriftchens über die Stabilität der Blutfleckenscala Mitgetheilte zu modificiren sein *).

Schreiten wir nun zur Beantwortung der Frage: In wieweit besitzen gleiche Volumina Blutkörperchensubstanz der verschiedensten Thiere gleiche oder verschiedene Färbekraft?

Ein Umstand, der hier nicht in Betracht kommen kann, ist der, dass in einem und demselben Blute hellere und dunklere Körperchen nebeneinander vorkommen. Was uns interessirt, ist die mittlere Färbung der Körperchen eines Blutes, jene Färbung, welche innerhalb jedes einzelnen Cubikmillimeters derselben Blutart sich gleich bleibt.

Die Benutzung der Fleckenscala wies für das Blut der einzelnen Thierarten die in Columne 1 der folgenden Tabelle ausgedrückten Färbungen nach. Die oben über Zahl und Volum der Blutkörperchen gegebenen Data gestatteten, die in Columne 2 und 3 beigefügte Berechnung auszuführen.

---

*) Dass ganz frisch bereitete Blutproben der Scala gegenüber zu dunkel erscheinen und darum ein zu hohes Resultat bringen, hatte ich a. a. O. pag. 12 bereits bemerkt. Hierzu ist nun die Erfahrung gekommen, dass Scala und Blutproben in ihrem Alter überhaupt nicht zu sehr differiren sollen. Sehr gut kann eine Blutfleckenscala 1 bis 2 Jahre hindurch benutzt und es können Blutflecken, die seit 1 Monat bis seit 2 Jahren hergestellt sind, nach ihr geprüft werden. Die Proben von Thierblut, welche zu den hier folgenden Bestimmungen dienten, wurden fast sämmtlich im Laufe eines und desselben Sommers ausgeführt.

	1 1 Cub. Mm. Blut besitzt die Färbekraft von x Blutkörperchen des Menschen.	2 1 Blutkörperchen besitzt das Volum von x Blutkörperchen des Menschen.	3 1 Blutkörperchen besitzt die Färbekraft von x Blutkörperchen des Menschen.
Ziege	3 900 000	0, 28	0, 40
Lama	6 000 000	0, 36	0, 43
Myoxus glis	5 500 000	0, 55	0, 65
Mensch	5 000 000	1, 00	1, 00
Elephant	4 600 000	1, 47	2, 30
Buchfink	4 800 000	1, 22	1, 33
Taube	4 300 000	1, 74	2, 13
Lacerta agilis m. Nr. 7 . .	3 200 000	2, 71	2, 06
„ „ „ Nr. 9 . .	3 300 000	2, 78	2, 41
„ „ „ Nr. 8 . .	3 400 000	2, 89	2, 55
Mittel aus 3 Lacertae agiles	3 300 000	2, 79	2, 32
Lacerta muralis, m.	2 200 000	3, 22	2, 29
Rana temporaria Nr. 10 u. 11	3 100 000	8, 74	7, 00
Rana temporaria Nr. 13 .	2 600 000	9, 16	7, 12
Triton cristatus	2 500 000	20, 8	24, 3
Salamandra maculosa . .	2 500 000	45, 8	30, 1
Proteus anguineus . . .	2 500 000	127, 8	69, 4
Petromyzon marinus. . .	2 900 000	7, 03	21, 0

Die vorstehende Tabelle lässt erkennen, dass in den drei höheren Wirbelthierklassen die Ziffern der Col. 2 und 3 im Ganzen miteinander gehen. Ein Blutkörperchen von Myoxus glis besitzt das halbe Volum des menschlichen Blutkörperchens (0,55); ganz entsprechend zeigte sich die Färbekraft desselben der eines halben menschlichen Blutkörperchens gleich (0,65). Aus einem Blutkörperchen des Frosches können 8—9 menschliche Blutkörperchen geformt werden und es reicht die Farbe eines Froschblutkörperchens eben so weit, wie die von 7 Blutkörperchen des Menschen. Es darf freilich nicht erwartet werden, dass die Ziffern der 2. und 3. Columne, die das Resultat der Rechnung mit den Ergebnissen so vielfacher und complicirter Operationen sind, überall auch nur bis in die 2. Decimale richtig seien; dennoch scheint der durch die verschiedenen Thierklassen hindurch im Ganzen sehr gleichmässige Gang unserer Ziffern zu dem Ausspruche zu berechtigen, dass gleiche Volumina Blutkörperchensubstanz auch bei den verschiedenartigsten Thieren nahezu gleiche Färbekraft besitzen. Es scheint zugleich, wenn man die Tabelle näher ins Auge fasst, dass die kleineren Blutkörperchen (Säugethiere und Vögel) etwas reichlicher tingirt seien, als die grösseren Blutkörperchen (Amphibien), wobei

in Anschlag kommen würde, dass letztere einen anschnlich grossen Kern besitzen, der als Volum mit in Rechnung steht, von Hämatin aber frei ist.

Es ist nicht bekannt, ob das Hämatin der verschiedenen Thiere überhaupt ein und derselbe Körper ist; der Umstand, dass gleiche Volumina Blutkörperchensubstanz nahezu gleiche (ja vielleicht gleiche) Färbekraft besitzen, spricht wenigstens nicht gegen die Identität des Hämatins der verschiedenen Blutarten.

Ich schliesse hier eine Tabelle an, welche über die Färbekraft des Blutes einer grösseren Anzahl von Thieren Rechenschaft giebt. Die Thiere jeder Klasse sind geordnet nach der Intensität der Blutfarbe, und hiermit nahezu — falls vorstehende Ausführungen richtig sind — nach der Grösse des pro Cub.Mm. Blut vorhandenen Blutkörperchenvolums*).

---

*) Die für Petromyzon gefundenen Ziffern wollen sich dieser Betrachtung nicht fügen; Volum der geformten Bluttheile äusserst gering, Färbekraft des Blutes unverhältnissmässig gross.

Blutfarbe mehrerer Thierspecies.

	Zahl der untersuchten Exemplare.	1 Cub. Mm. Blut besitzt die Färbekraft von x Blutkörperchen des Menschen.
Säugethiere.		
Vespertilio noctula	1	6 100 000
Lama	1	6 000 000
Plecotus auritus	3	5 900 000
Schwein	1	5 700 000
Myoxus glis	3	5 500 000
Mensch (Mann)	15	5 000 000
Hund	2	4 700 000
Elephant	1	4 600 000
Pferd	1	4 300 000
Ziege	1	3 900 000
Hausmaus	5	3 800 000
Kaninchen	7	3 600 000
Katze	1	3 200 000
Mittel aus 13 Species		4 800 000
Vögel.		
Cypselus apus	1	5 300 000
Buchfink	1	4 800 000
Motacilla tithys	1	4 800 000
Sperling	3	4 500 000
Taube	5	4 300 000
Staar	4	3 900 000
Wendehals	1	3 800 000
Ente	2	3 400 000
Huhn	1	3 200 000
Mittel aus 9 Species		4 200 000
Beschuppte Amphibien.		
Coluber laevis	1	4 800 000
Lacerta agilis	8	3 300 000
Testudo graeca	1	2 900 000
Anguis fragilis	3	2 800 000
Lacerta muralis	6	2 200 000
Mittel aus 5 Species		3 200 000
Nackte Amphibien.		
Pelobates fuscus	1	4 400 000
Rana bombina	4	3 700 000
Triton taeniatus	1	2 900 000
Salamandra maculos.	3	2 500 000
Proteus anguineus	1	2 500 000
Bufo cinerea	1	2 500 000
Rana temporaria	8	2 500 000
Triton cristatus	2	2 400 000
Triton igneus	2	2 100 000
Rana esculenta	1	2 000 000
Mittel aus 10 Species		2 700 000
Fische.		
Karpfen	1	4 900 000
Anguilla vulgaris	1	3 400 000
Ammocoetes branchialis	1	3 000 000
Petromyzon marinus	1	2 900 000
Cyprinus alburnus	1	2 700 000
Acerina	1	1 600 000
Mittel aus 6 Species		3 100 000
(Regenwurm		2 200 000)

Blutfarbe bei den verschiedenen Thierklassen.

	Zahl der untersuchten Species.	1 Cub.Mm. besitzt die Färbekraft von x Blutkörperchen des Menschen.
Säugethiere . . .	13	4 800 000
Vögel	9	4 200 000
Beschuppte Amphibien	5	3 200 000
Nackte Amphibien. .	10	2 700 000
Fische	6	3 100 000

Mustern wir die Ziffern dieser Tabellen, so fällt es auf, dass die Blutfärbung die ganze Reihe der Wirbelthiere hindurch genau innerhalb derselben Grenzen schwankt, welche ich früher für das menschliche Blut bei kranken und gesunden Individuen nachgewiesen hatte *). Auch hier hatte sich eine Farbe, welche 6 000 000 Blutkörperchen des gesunden Mannes entspricht und welche ich bei einzelnen, acut erkrankten Individuen beobachtete, als intensivste Färbung gezeigt; die Farbe des Froschblutes, 2 500 000 bis 2 000 000 Blutkörperchen entsprechend, fand sich, als entgegengesetztes Extrem, bei chlorotischen Mädchen sowie in mehreren Fällen von Phthisis consumata; vor Allem, nach jüngst von mir ausgeführten Bestimmungen, bei Leucämie.

Was die Einzelversuche anlangt, welche den beiden letzten Tabellen zu Grunde liegen, so beweisen dieselben, dass die Farbe des Blutes bei einer und derselben Thierspecies unter normalen Verhältnissen nur innerhalb mässig weiter Grenzen schwankt; weiterhin machen sie es wahrscheinlich, dass die Färbekraft des Blutes in der Regel dann abnimmt (und umgekehrt), wenn eine Verminderung der Blutkörperchenzahl entweder nachgewiesen ist, oder mit Sicherheit vermuthet werden darf.

In Beziehung auf den erstgenannten Punkt fand ich bei 7 Kaninchen, jüngeren und älteren Thieren, keine grössere Schwankung der Blutfarbe, als in dem Verhältniss von 3 300 000 bis 4 400 000 Blutkörperchen;

*) Prager Vierteljahrschrift, Band 44, pag. 56.

bei 3 Siebenschläfern	Schwankung	im	Verh.	von	5 400 000	bis	5 800 000	Blutkörperchen;
„ 5 Mäusen	„	„	„	„	3 100 000	„	4 800 000	
„ 4 Fledermäusen . . .	„	„	„	„	5 700 000	„	6 100 000	
„ 5 Tauben	„	„	„	„	3 700 000	„	5 400 000	
„ 3 Sperlingen	„	„	„	„	4 100 000	„	4 900 000	
„ 5 Lacerta ag. mas. . .	„	„	„	„	3 200 000	„	3 400 000	
„ 3 „ „ fem. . .	„	„	„	„	3 200 000	„	3 500 000	
„ 6 „ muralis . .	„	„	„	„	2 000 000	„	2 300 000	
„ 4 Rana bombina . . .	„	„	„	„	3 500 000	„	4 000 000	
„ 8 Rana temporaria .	„	„	„	„	2 200 000	„	3 100 000	
„ gesunden Männern .	„	„	„	„	4 600 000	„	5 200 000	
„ gesunden Frauen . .	„	„	„	„	4 200 000	„	4 800 000	*).

Dass die Färbekraft des Blutes einer bestimmten Thierspecies in der Mehrzahl der Fälle mit der Zahl der vorhandenen Blutkörperchen steigt und fällt, so dass auch hiernach die Farbe des Blutes als ein ungefährer Ausdruck der Blutkörperchenzahl gelten kann, möge durch folgende Beobachtungen gestützt werden. Der Gehalt des Blutes an geformten Theilen wird durch Blutverluste bekanntlich herabgesetzt. Es entsprach nun die Blutfarbe eines weissen, männlichen Kaninchens bei Benutzung der ersten Blutprobe der Farbe von 3 400 000 Blutkörperchen; nach beträchtlichem Blutverluste entsprach dieselbe nur 3 100 000 Blutkörperchen. Ein zweites Kaninchen zeigte bei der ersten Blutwegnahme eine Farbe von 3 700 000; einige Minuten später, fast verblutet, nur 3 200 000. Bei einer Ente 3 400 000; dasselbe Thier, nach Verlust von 62 CC. Blut, nur 3 000 000. Ein junger Zeisig, seit 3 Tagen aus dem Ei, zeigte pro Cub.Mm. Blut die Farbe von 2 300 000 Blutkörperchen; ein 7 Tage altes Vöglein desselben Nestes 2 400 000, ein 10 Tage altes 3 300 000. Dass auch die Zahl der Blutkörperchen (und zwar die relative Menge der geformten Bluttheile) bei diesen Vöglein von Tag zu Tag gewachsen, unterliegt keinem Zweifel. — Bei Fröschen, welche ich in der geheizten Stube mehrere Wochen hindurch trocken sitzen liess, habe ich in Folge des allgemeinen Verlustes der Theile an Wassergehalt das Blut sehr dickflüssig werden sehen. Die Zählung wies in diesen Fällen deutlich eine relative Vermehrung der Blutkörperchen nach, statt 360 000 pro Cub.Mm. fanden sich 460 000 und mehr, also entschiedene Polycythämie. Ganz entsprechend steigerte sich die Blutfarbe von

*) Die Angabe Vierordt's, dass bei verschiedenen Individuen derselben Species die Blutkörperchenzahlen „bedeutend schwanken", „beim Kaninchen fast im Verhältniss von 1:3", stützt sich auf einige Zählungen, die an Kaninchenblut ausgeführt wurden. Der an sich vereinzelte Befund verliert vollends seine Bedeutung, wenn uns gesagt wird, dass unter den benutzten Kaninchen sich wohl auch „ein krankes Thier befunden haben könnte."

2 500 000 auf 3 000 000, ja auf solche Färbungen, wie sie normal nur bei den Warmblütern vorkommen, 4 800 000 und darüber.

Nicht verschwiegen sei, dass andererseits, wenn auch vereinzelt, Fälle vorkamen, welche sich dem oben nachgewiesenen Gange nicht fügen. So ergab die Zählung der Blutkörperchen bei drei dem Alter und Körpergewicht nach einander sehr ähnlichen Exemplaren von Lacerta agilis folgende Werthe: für Nr. 7 = 1 550 000, für Nr. 9 = 1 370 000, für Nr. 8 = 1 330 000. Die Blutfleckenscala aber wies nach, dass gerade Nr. 7 das blässeste Blut besass; seine Farbe entsprach 3 200 000 menschlichen Blutkörperchen, während die beiden anderen Thiere die Farbe von 3 300 000 und 3 400 000 Blutkörperchen erreichten. Ein ganz einfaches und durchgreifendes Verhältniss zwischen Blutkörperchenzahl und Blutfärbekraft scheint hiernach allerdings nicht vorzuliegen, die Behauptung Vierordt's aber, dass die Blutkörperchenmenge selbst bei einem und demselben Thiere überhaupt in keinem „irgendwie gesetzlichen Verhältniss zur Intensität der Blutfarbe stehe" (Arch. XIII, pag. 269), verdient kaum der Widerlegung*).

---

*) Von Farbebestimmungen, die nach meiner Vorschrift oder sonstwie planmässig eingerichtet gewesen, ist bei Vierordt nicht die Rede. Die Methode sollte eben einfach nichts taugen, und dieses zu behaupten wurden gelegentlich Versuche citirt, bei welchen die Farbe „aus der Erinnerung (!) angegeben" wurde. Fasst man indess die Farbebestimmungen Vierordt's näher in's Auge, so berechtigen sie auch wie sie dastehen nicht einmal zu den auf sie gestützten Behauptungen. So war das Blut eines Kaninchens (pag. 267), bei welchem 2 800 000 Körperchen gezählt wurden, „höchst auffallend blass"; es war noch blässer und „färbte das Menstruum in kaum wahrnehmbarer Weise", als das Thier später verblutet war und nun die Zahl von 1 900 000 ergab. Vollkommen in der Ordnung. Bei einem anderen Kaninchen, welches von Versuch zu Versuch durch Aderlässe geschwächt wurde (pag. 265), zählte Vierordt

in Versuch 25 = 3 220 000 Blutkörperchen,
in Versuch 26 = 3 160 000 „
in Versuch 27 = 3 080 000 „
in Versuch 28 = 1 680 000 „

Wenn Vierordt dann sagt: „Die Röthe des verdünnten Blutes war gleich in Vers. 25 und 26; bei 27 ziemlich geringer, bei 28 auffallend schwach," so stimmt dies ganz gut mit dem, was zu erwarten war und was ich selbst bei verblutenden Thieren wiederholt gefunden. Dass die Blutfarbe in Vers. 25 und 26 „gleich" oder nahezu gleich gewesen, ist möglich, doch liegt kein Grund vor, es bestimmt zu glauben, indem man voraussetzen darf, dass die „geübten Augen", welche nach Vierordt's Versicherung bei der Farbeprüfung keine grösseren Fehler, als um 4 Procent begehen, die Augen Herrn Vierordt's sind.

Ich schliesse hier die Mittheilung einiger Bestimmungen an, welche ich in zwei sehr ausgebildeten Fällen von **Leucaemie** zu machen Gelegenheit hatte.

Dass die Vermehrung der farblosen Blutkörperchen in der genannten Krankheit, welche in mehreren genau untersuchten Fällen bekanntlich durch das Verhältniss: „1 farbloses Blutkörperchen zu 5, ja nur zu 3 gefärbten" — ausgedrückt wurde, mit einer absoluten Verminderung der letzteren verbunden sei, ist eine Sache, welche sofort vermuthet werden musste, meines Wissens indess bis jetzt nicht nachgewiesen wurde. In einem Falle von Leucaemie nun, der in der medicinischen Klinik zu Halle zur Behandlung kam*) und in welchem ich 20 Tage vor dem Tode des Patienten, eines 25jährigen Mannes, mit Herrn Professor Weber und dessen Assistenten Zählungen der Körperchen mit dem Resultate „1 : 11" ausgeführt hatte, ermittelte ich mit Hülfe der Blutfleckenscala eine Färbung, welche pro Cub.Mm. derjenigen von nur 2 300 000 Blutkörperchen meines eigenen Blutes gleichkam. In einem zweiten, in Giessen vorgekommenen Falle, welcher eine in den mittleren Jahren stehende Frau betraf, erhielt ich, gemeinsam mit Herrn Professor Mosler zählend, im Monat August 1861 ein Verhältniss von 1 : 4. Im März des folgenden Jahres, als unter Verschlimmerung des Krankheitszustandes das Verhältniss auf 1 : 3 gestiegen war, fand ich in dem mir zugesendeten Blute eine Färbung, welche pro Cub.Mm. der von nur 2 000 000 Blutkörperchen entsprach.

Eine so niedere Färbung wie in diesen beiden Fällen hatte ich bei menschlichem Blute bis dahin niemals beobachtet, weder in den extremsten Fällen von Bleichsucht, noch in den letzten Stadien der Tuberkulose**), und es darf hiernach neben der relativen Verminderung der rothen Blutkörperchen eine sehr erhebliche absolute Verminderung eben dieser Blutbestandtheile für die Leucaemie mit Bestimmtheit behauptet werden.

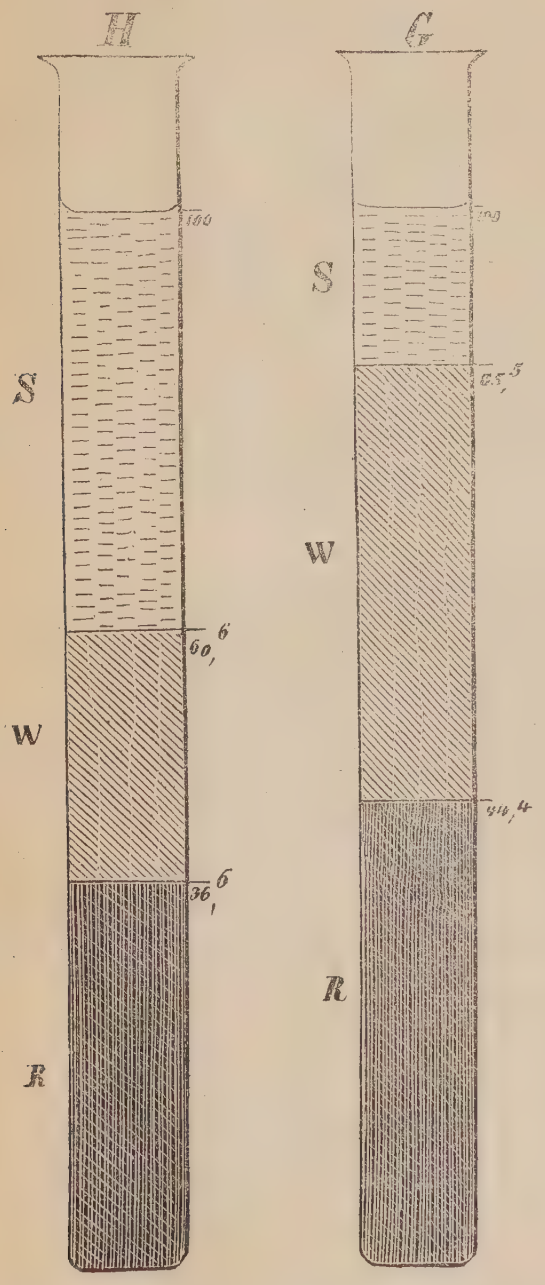
Die Ausführung einer Zählung, sofern dieselbe nur die relative Menge der gefärbten und farblosen Blutkörperchen herausstellen soll, ist eine Sache von geringer Schwierigkeit, zumal dann, wenn, wie ich dies für die Hallischen, wie für die Giessener Zählungen herrichtete, die Blendung des Mikro-

---

*) G. Geiss, De novo leucaemiae exemplo dissertatio. Halis Saxonum, 1862.

**) Vgl. die 75 Fälle umfassende Zusammenstellung, welche ich in der Prager Vierteljahrschrift, Band 44, pag. 56 gegeben habe.

skopes von zwei einander nahestehenden, parallelen Fäden durchzogen wird, und nun stets nur die in dem schmalen Zwischenraume der Fäden vorfindlichen Blutkörperchen gezählt werden. Dennoch glaube ich, dürfte ein Mittel nicht ganz werthlos erscheinen, welches ohne jede Mühe, mit einem Blick, ein Urtheil über mehrere Eigenthümlichkeiten des leucämischen Blutes gestattet.



In beiden hier erwähnten Fällen von Leucaemie habe ich das mir übergebene Blut in graduirte Glasröhren eingefüllt und zur Absenkung der Blutkörperchen 24 Stunden lang ruhig hingestellt. Die Resultate der Senkung werden durch nebenstehende Abbildung veranschaulicht, welche bei H das Blut des Hallischen Falles, bei G das Blut des Giessener Falles in den betreffenden Glasröhrchen darstellt. In beiden Gläschen ist R die Schicht der gefärbten, W die der farblosen Blutkörperchen, S die des freien Serums. Man sieht sofort, dass in dem Giessener Falle die Vermehrung der farblosen Blutkörperchen eine weit beträchtlichere ist, als in dem Hallischen; dasselbe, was auf weit umständlicherem Wege die Zählung ergeben hatte.

Dass die gefärbten Blutkörperchen eine absolute Verminderung erheblichen Grades erlitten hatten, zeigt mit Bestimmtheit die Glasröhre H; denn es beträgt die Schicht der gefärbten Blutkörperchen, die zwischen

den Globulis doch sicherlich eine nicht unbeträchtliche Menge von Serum birgt, nur $^{37}/_{100}$ des gesammten Blutes *).

Nur diese Verminderung der rothen Körperchen gegenüber der Vermehrung der farblosen dürfte es möglich machen, dass das Verhältniss der geformten Bluttheile zum Plasma (vergl. Gläschen H) ein dem normalen ähnliches zu bleiben scheint. Ein Blut, welches die Verhältnissziffer „1 farbloses Körperchen zu 3 farbigen" durch blosse Vermehrung der ersteren, ohne gleichzeitige absolute Verminderung der rothen gewönne, würde eine schwer bewegliche, dickflüssige Masse bilden, welche zu capillaren Stockungen, die meines Wissens bei Leucämie nicht beobachtet sind, nothwendig Veranlassung geben müsste.

Da Senkungsversuche der hier beschriebenen Art sehr wohl innerhalb ganz enger Glasröhrchen (2—3 Mm. Lumen) ausführbar sind, so dass 1 C. C. Blut und weniger für einen Versuch genügen würde, so könnten, wenn eine derartige Controle sonst wünschenswerth erscheint, Versuche dieser Art in Fällen von Leucaemie ohne Nachtheil für den Kranken ausgeführt und nach Bedürfniss wiederholt werden.

Halle, 16. Aug. 1863.

---

*) Wenn in dem Giessener Falle dieselbe Schicht, wie unsere Abbildung zeigt, $^{44}/_{100}$ beträgt, so dürfte vielleicht die Senkung der geformten Theile in diesem Falle weniger vollkommen erfolgt sein. Möglich auch, dass bei der Verschickung des Blutes von Giessen nach Halle ein Theil des Serums verloren ging. Für letztere Annahme scheint auch der Umstand zu sprechen, dass die Röthe des Blutes in dem Giessener Falle, wiewohl sie sehr bleich war, doch nicht eine so grosse Verminderung ergab, als nach dem Zählungsresultate „1 : 3" erwartet werden durfte.

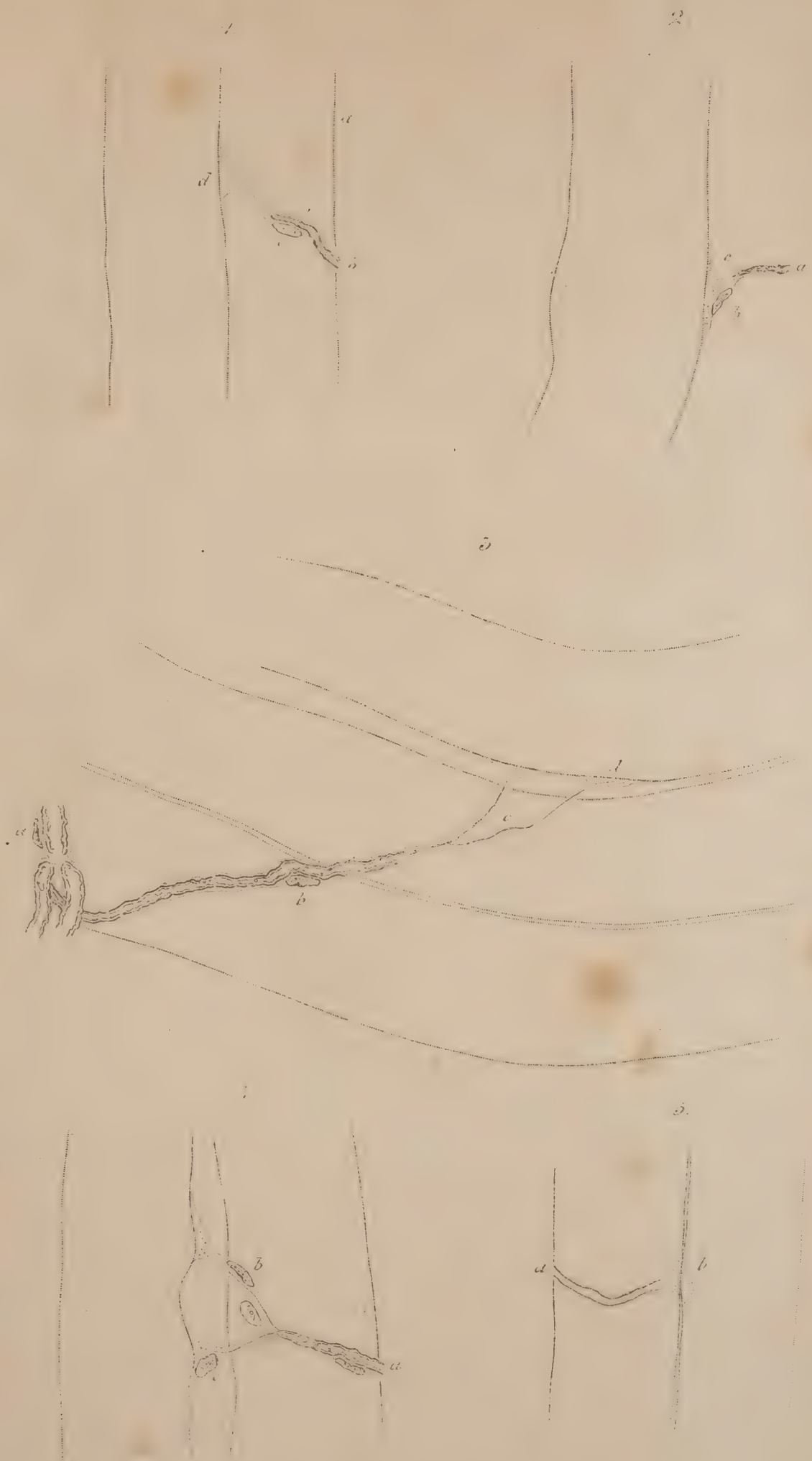
Druckfehler.

Seite	174	Zeile	17	v. oben	statt geringere	lies grössere.
„	175	„	4	v. oben	„ Contour	„ Centrum.
„	178	„	16	v. oben	„ hier	„ für.

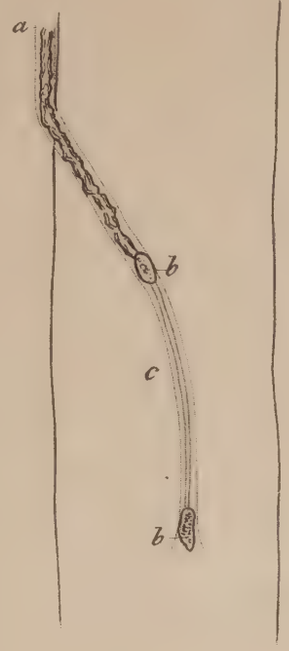
WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

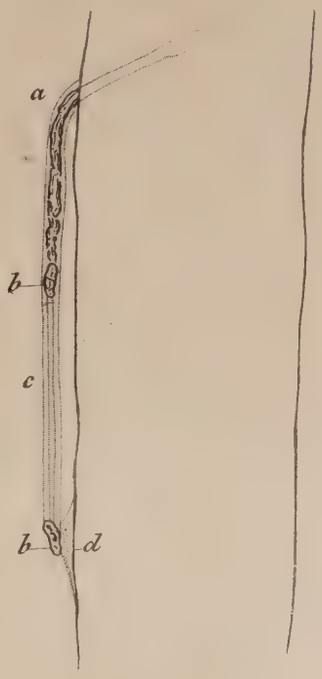

1.
2.
3.
4.
5.
a
b
c
d

A

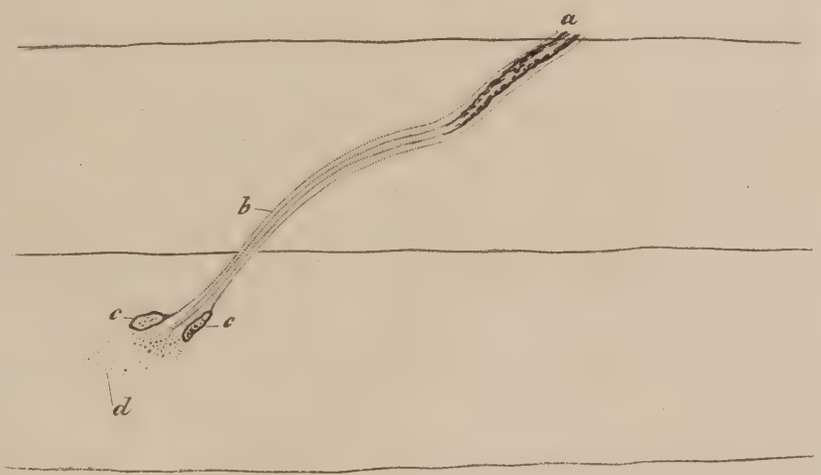


6.

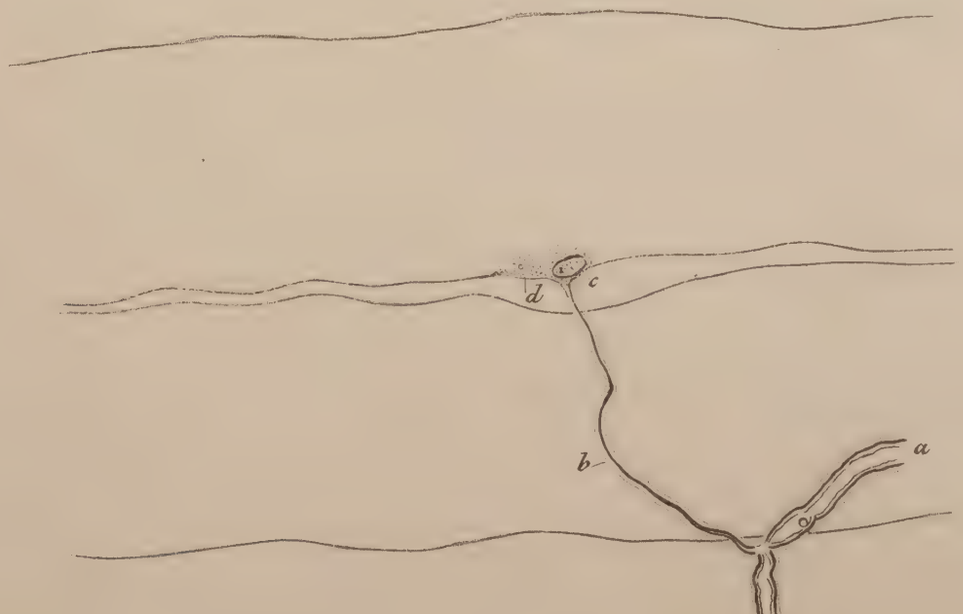
B



7.



8.



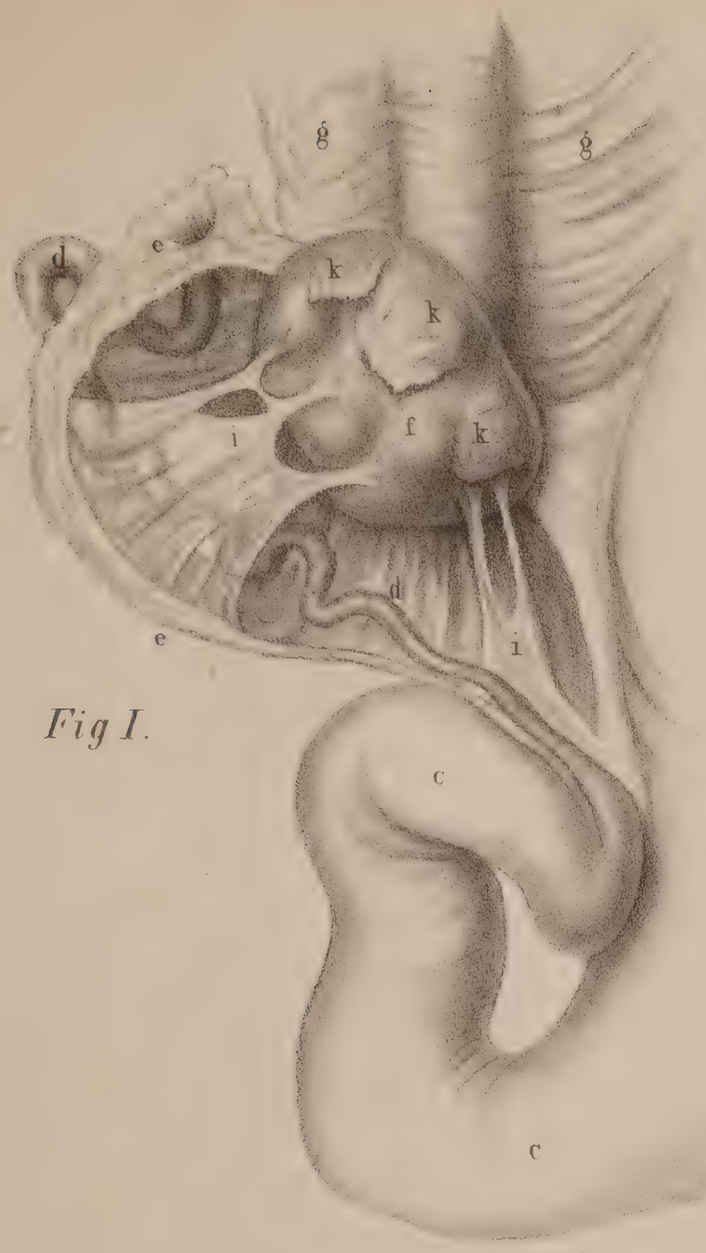


Fig I.

Fig III.

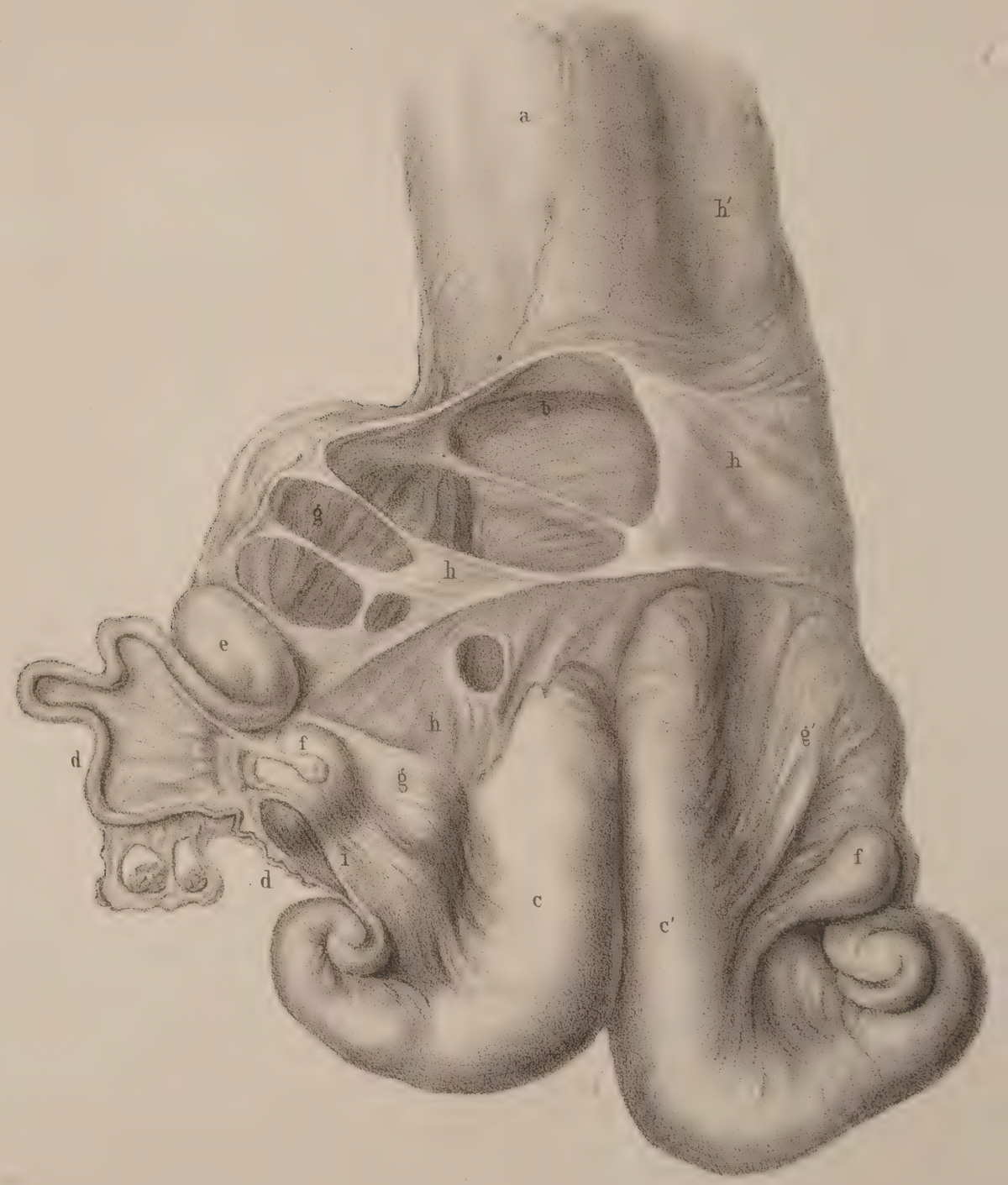
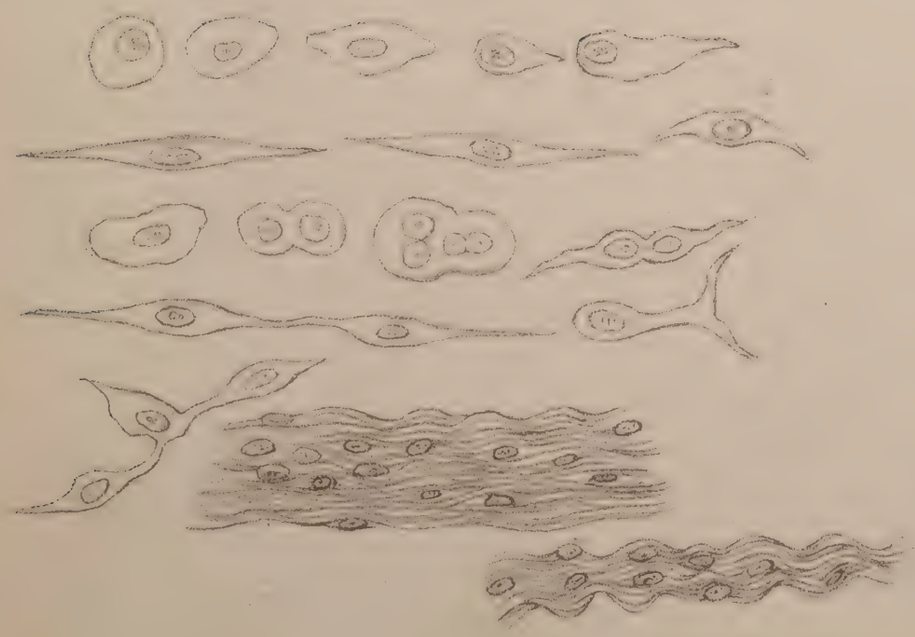
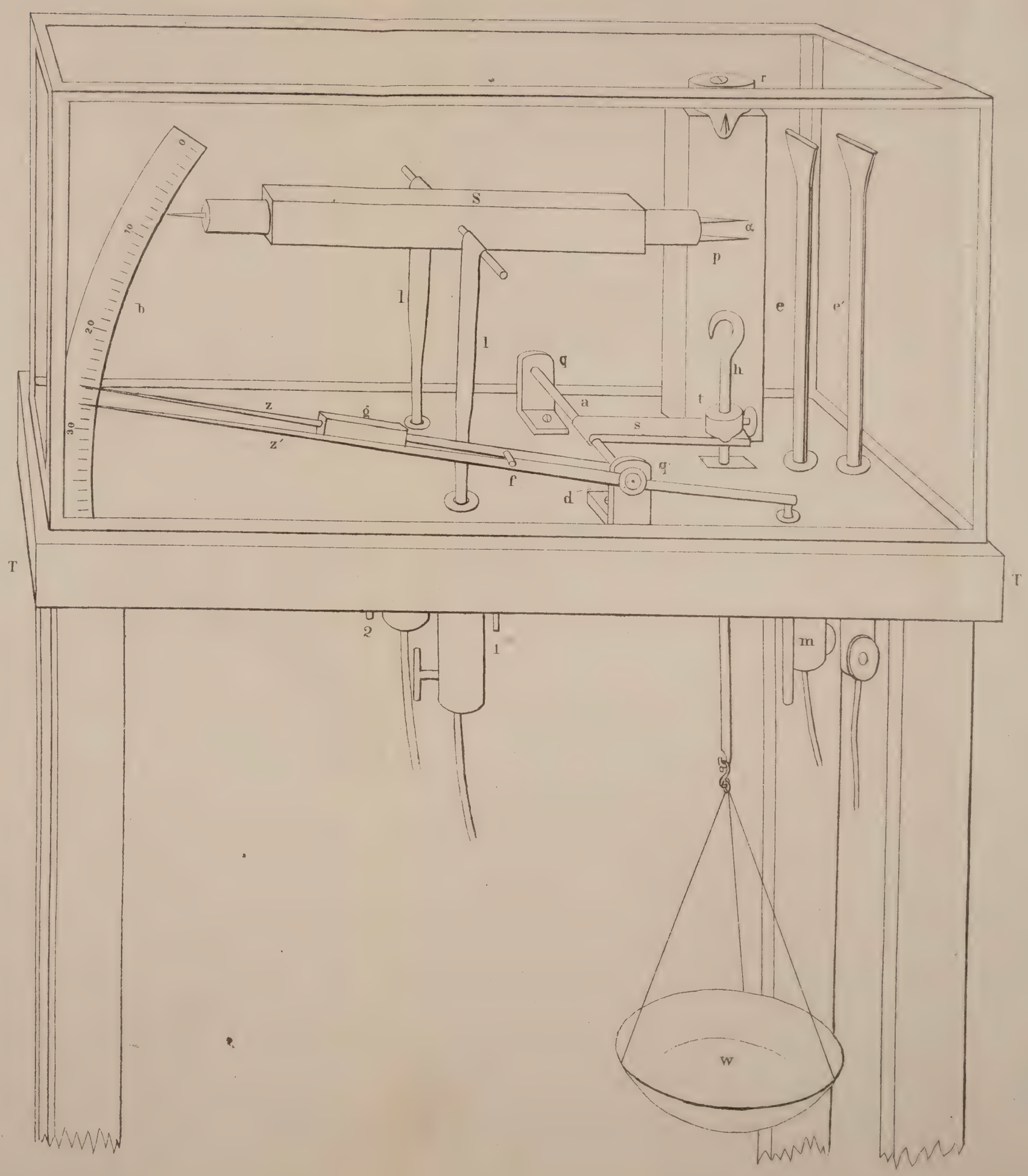


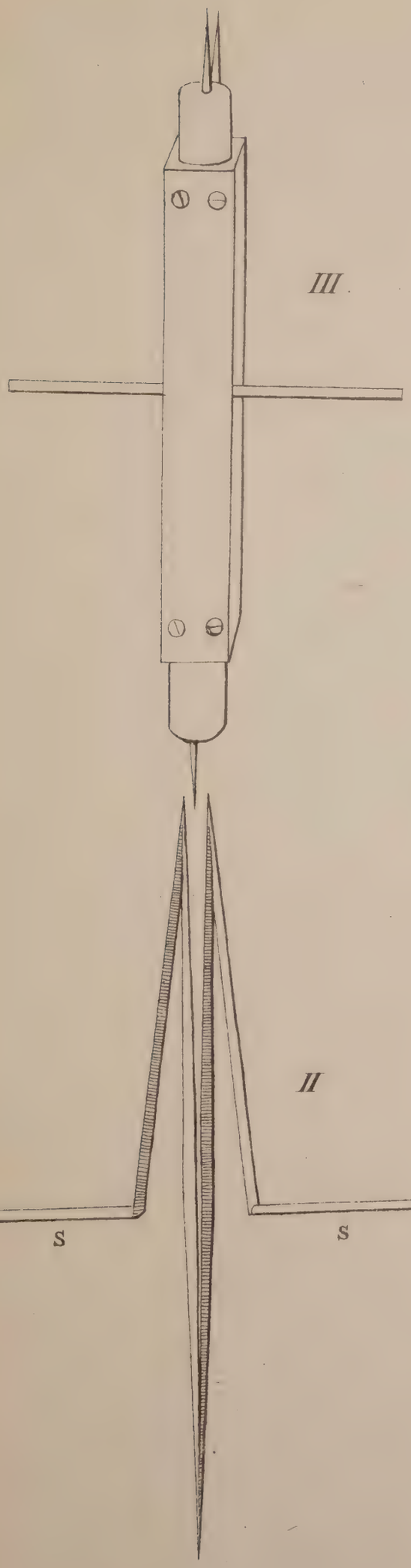
Fig II.



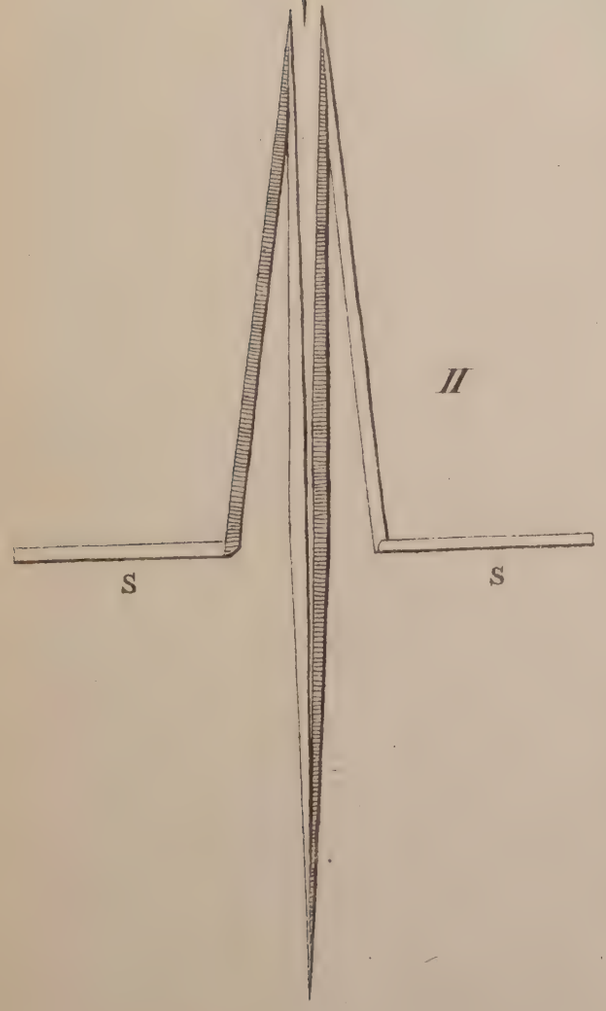
I.



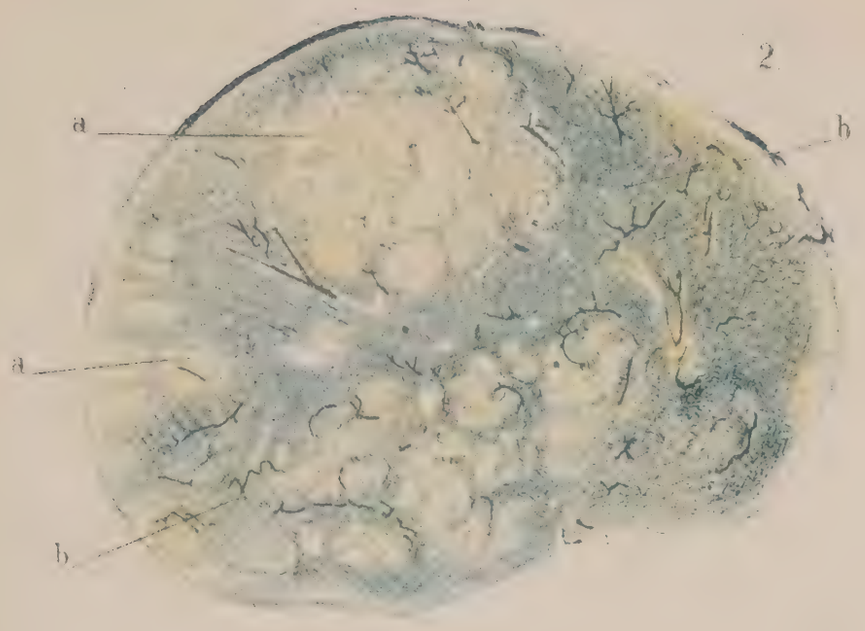
III.



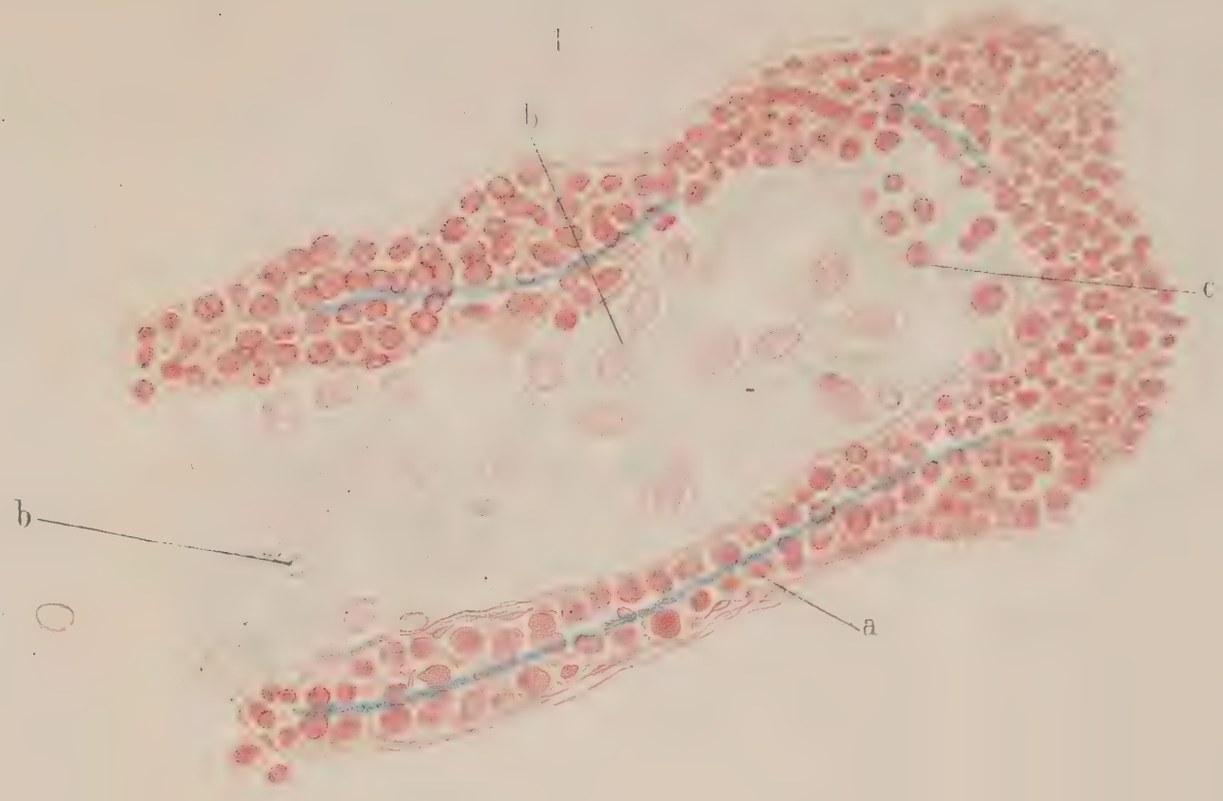
II



2

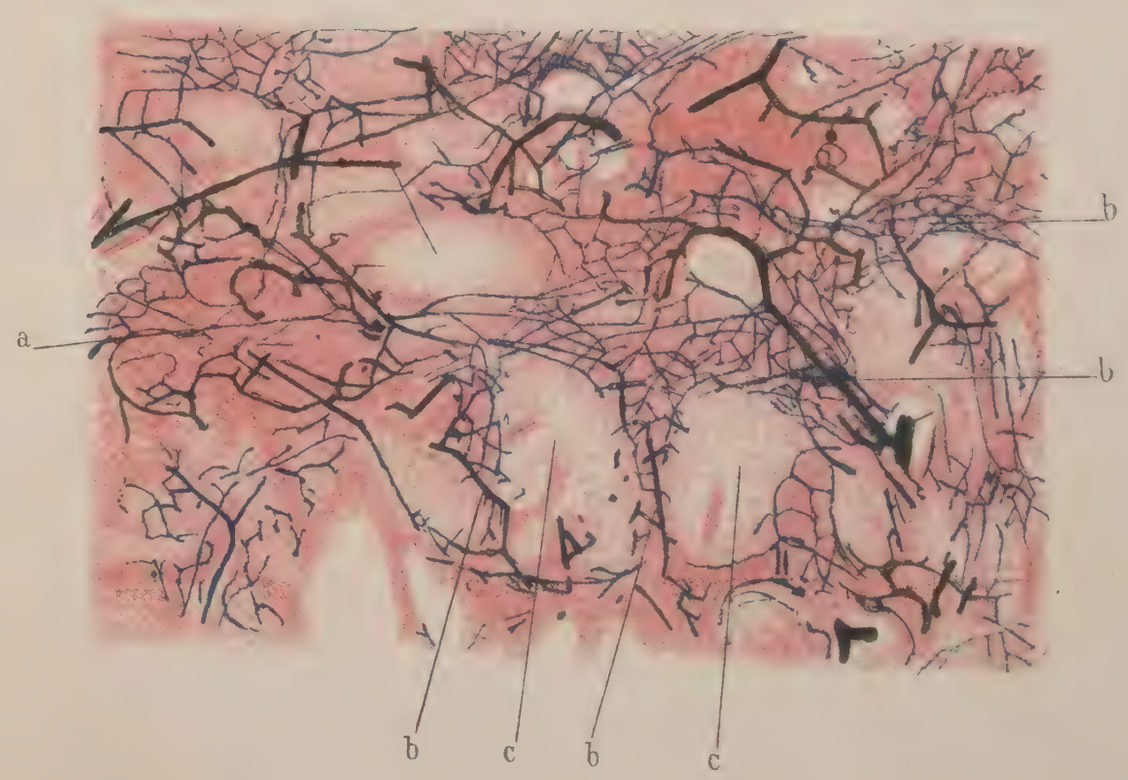


1



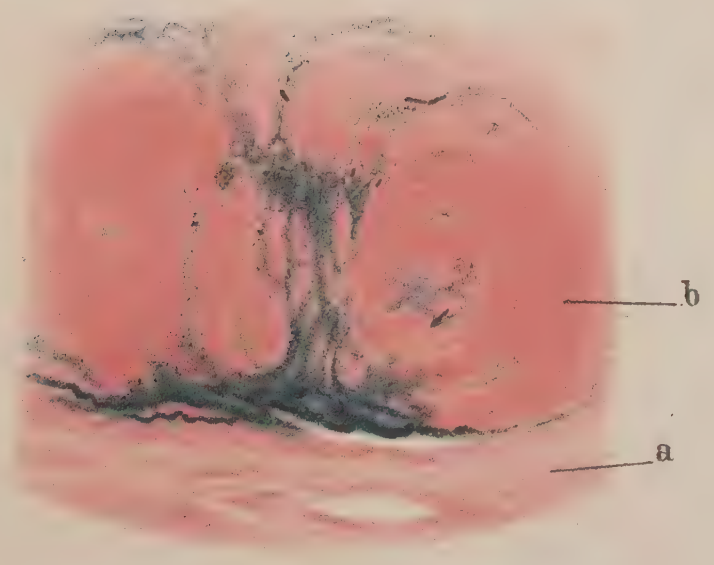
4

3.

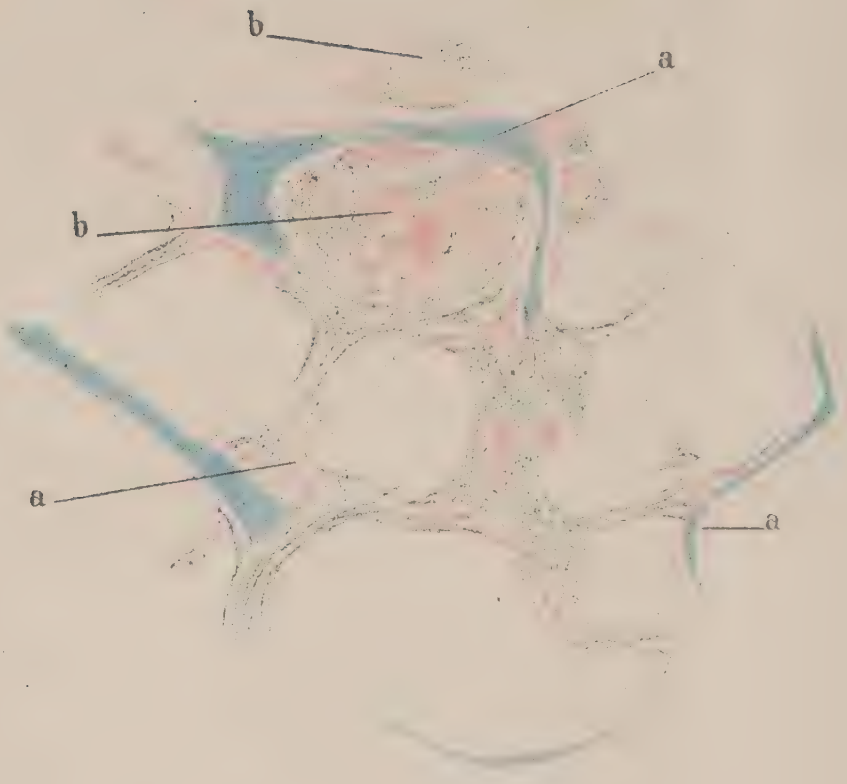


5.

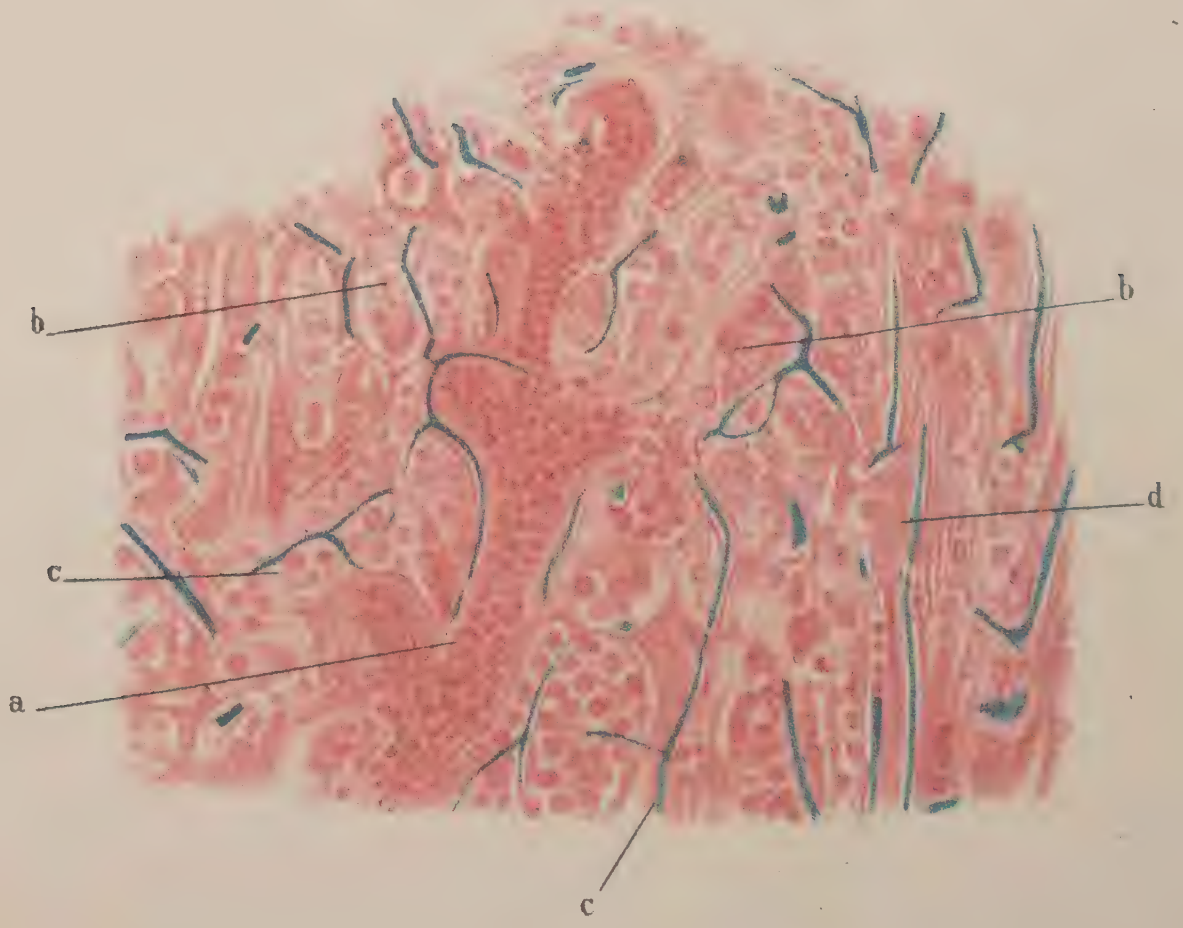
6.



7.



8.



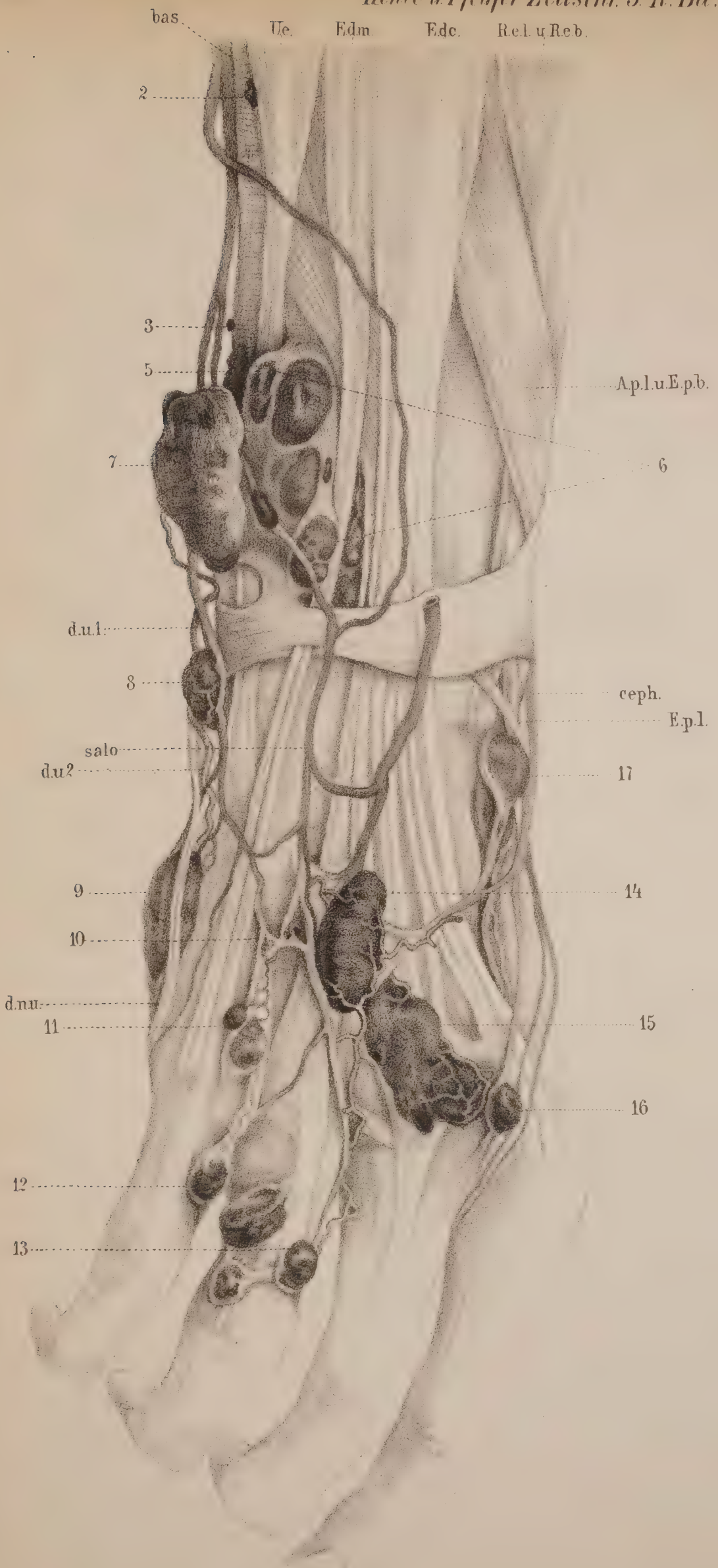

bas.
Ue.
Edm.
Edc.
R.e.l. u. R.e.b.
2
3
5
A.p.l. u. E.p.b.
6
7
d.u.1.
8
ceph.
E.p.l.
salo.
d.u.2.
17
9
14
10
d.n.u.
11
15
16
12
13

Fig 2.

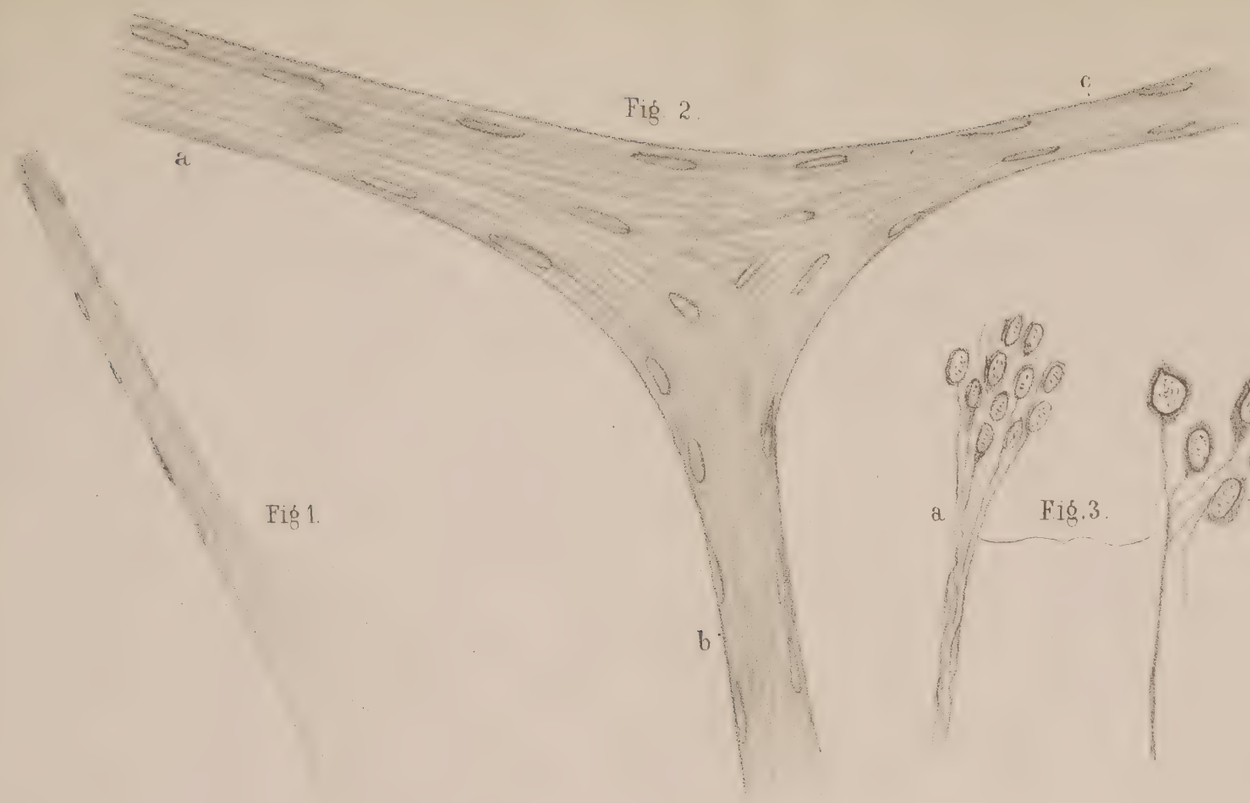


Fig 1.

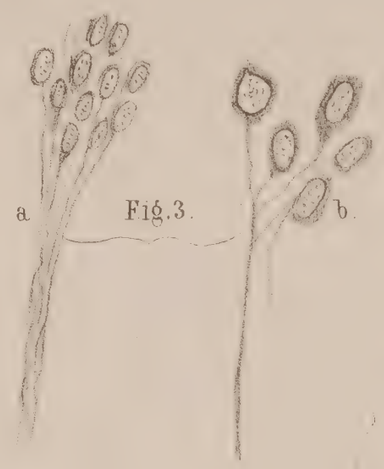


Fig. 3.

Fig. 3.c.

Fig. 4.a.

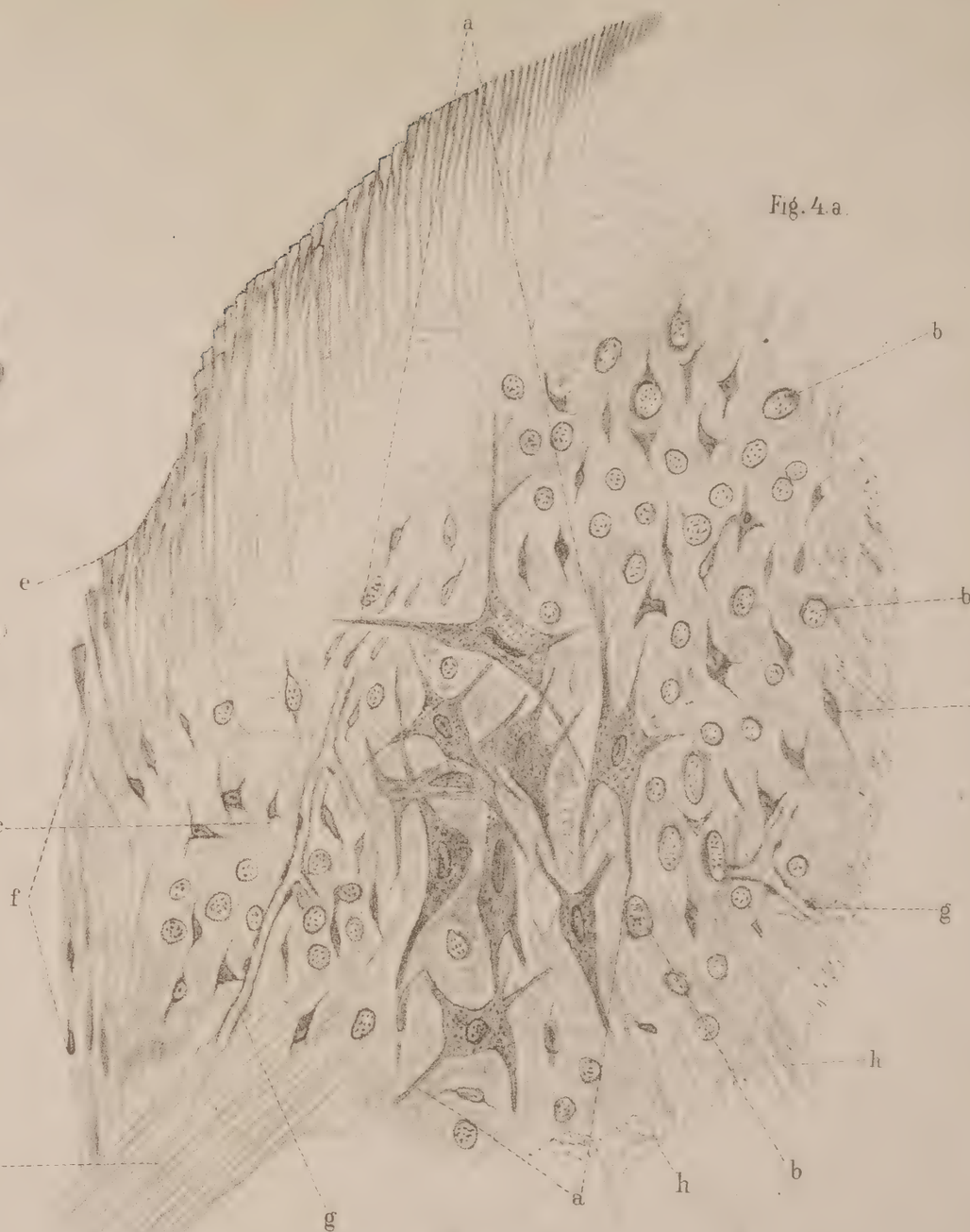


Fig. 4.b.

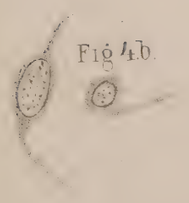


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 5

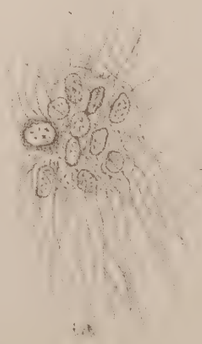


Fig 8.

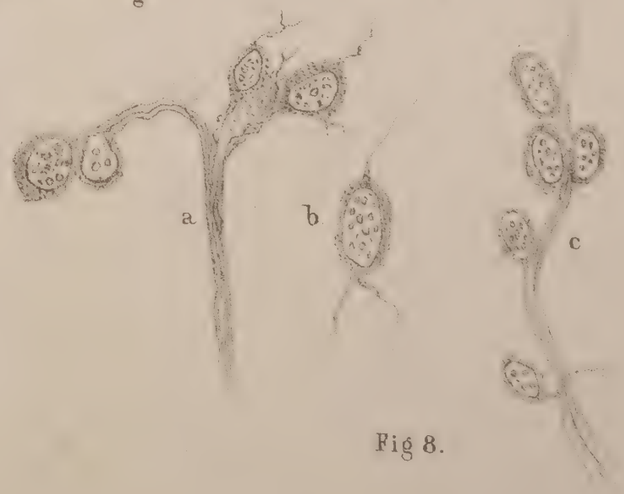


Fig. 16.

Fig. 9.

Fig. 12

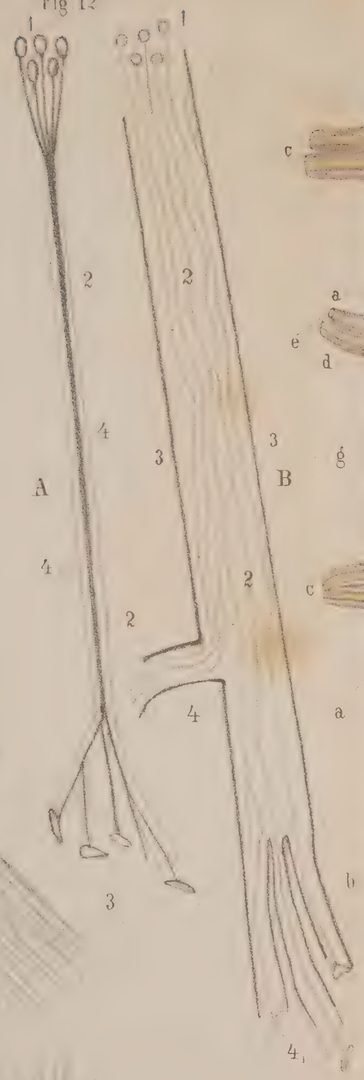


Fig. 10

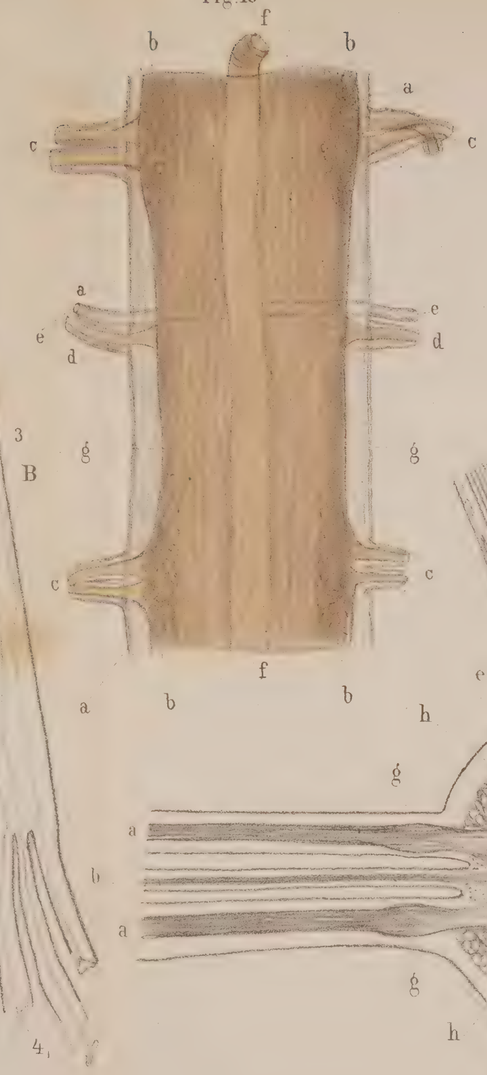


Fig. 17.

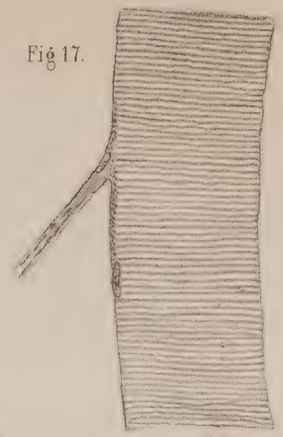


Fig. 14.

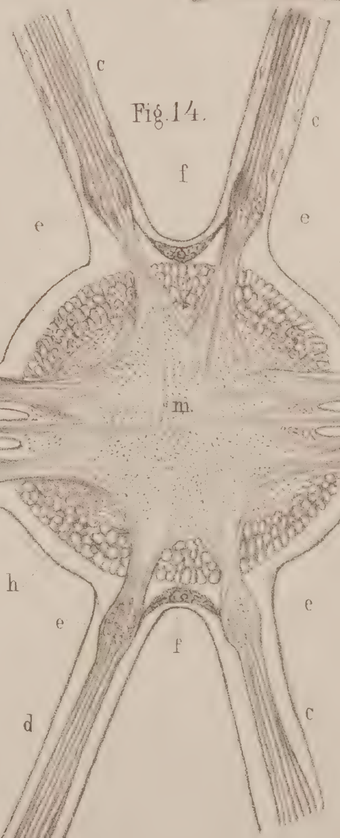


Fig. 11.

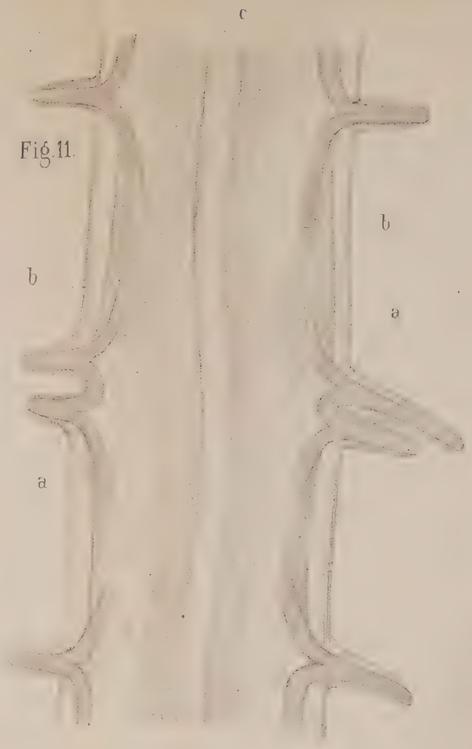


Fig. 13

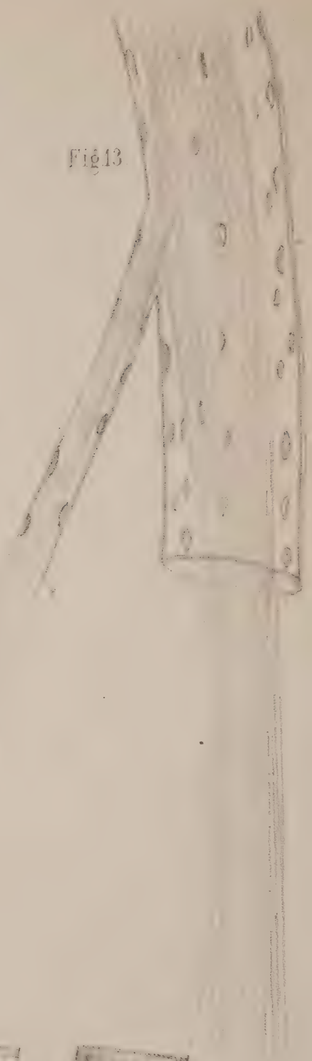


Fig. 15

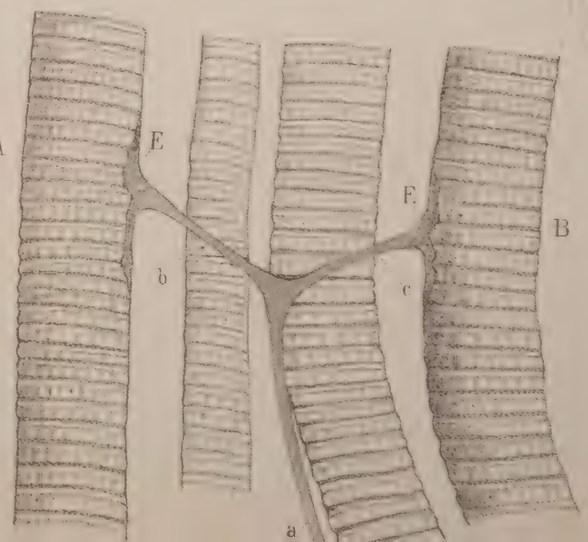


Fig. 21.

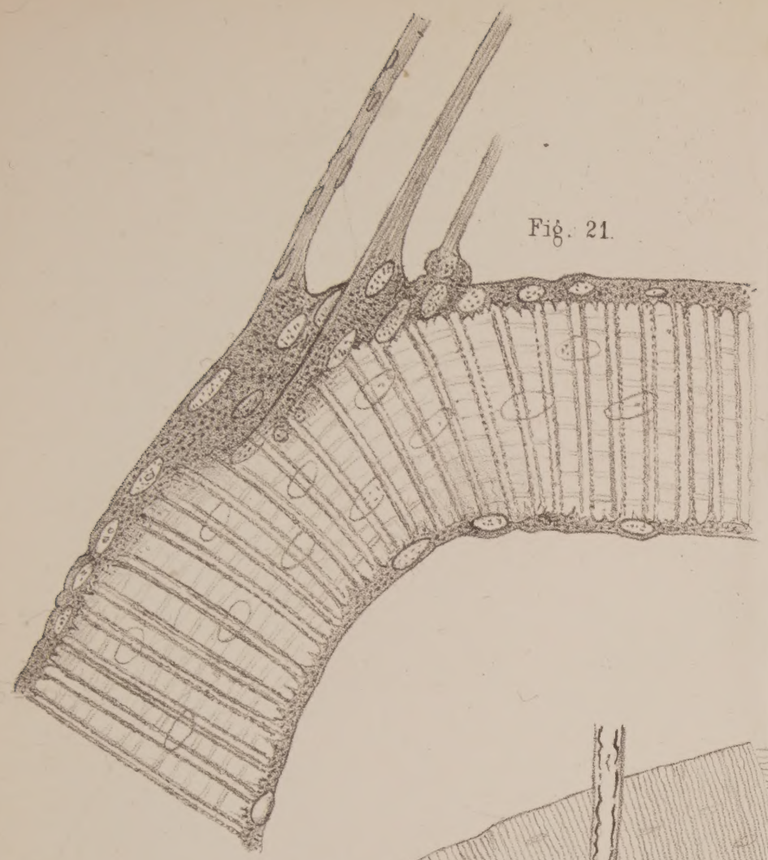


Fig 20

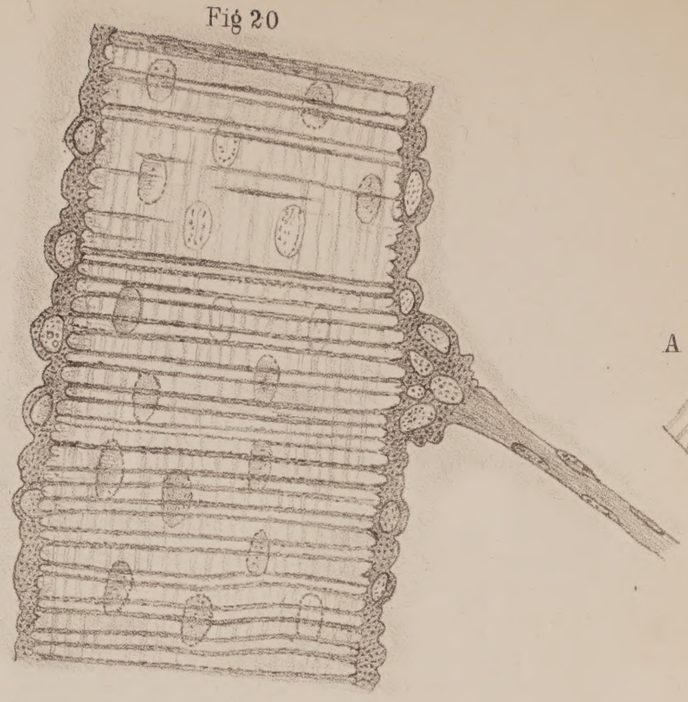


Fig. 18.

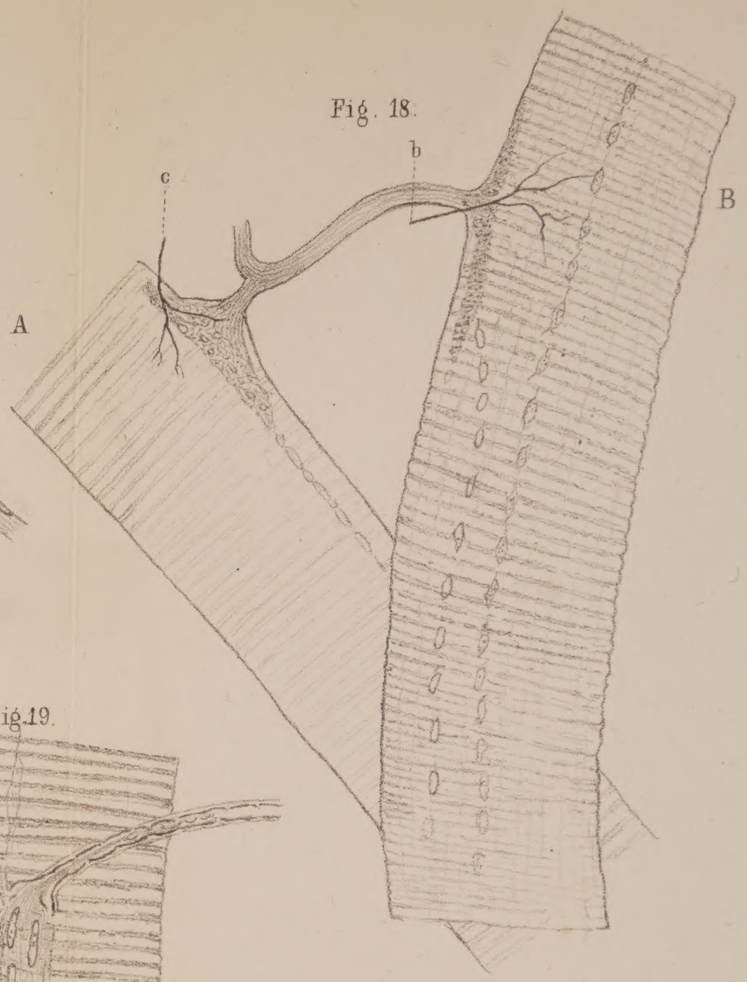


Fig. 23.

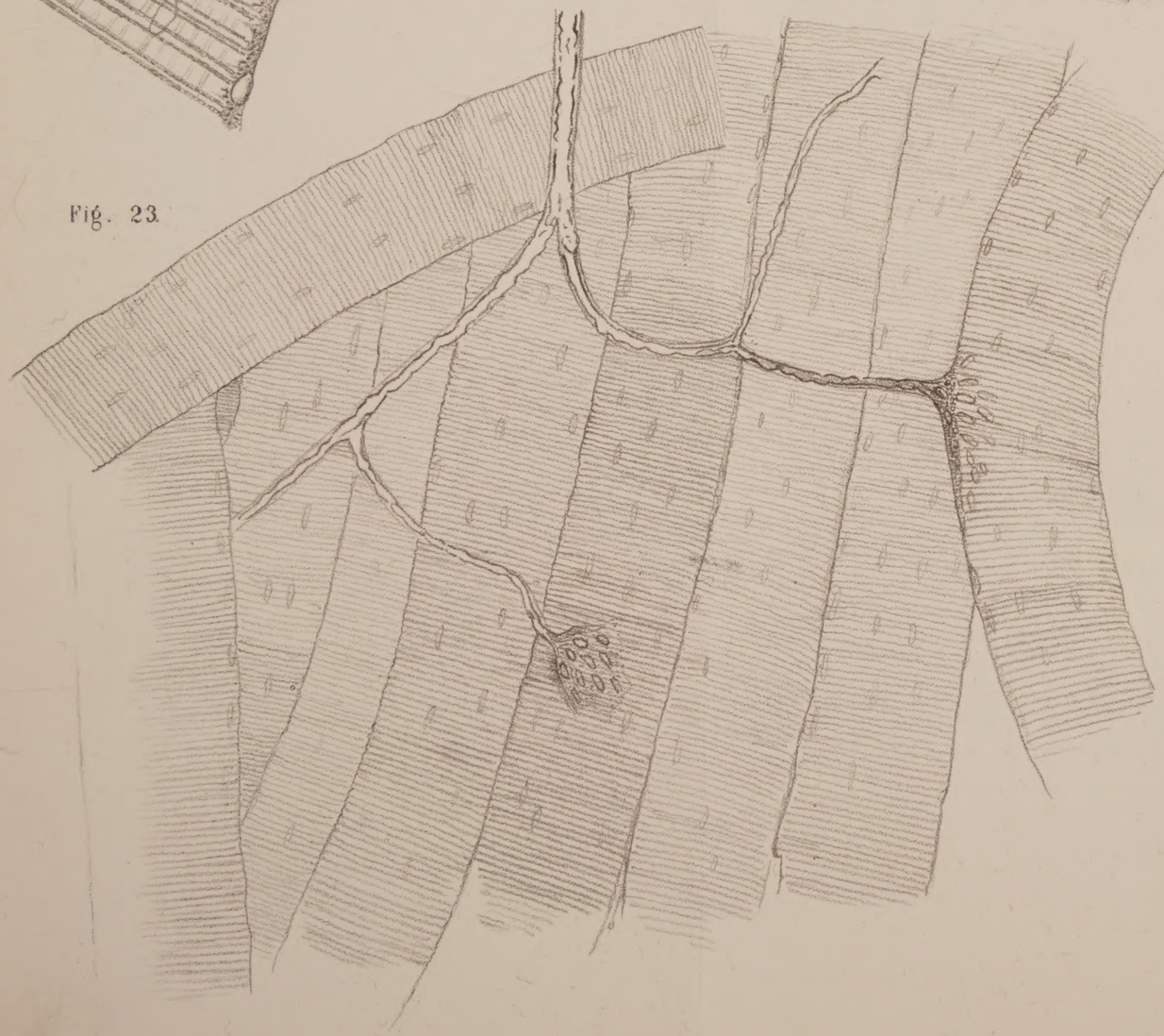


Fig. 19.

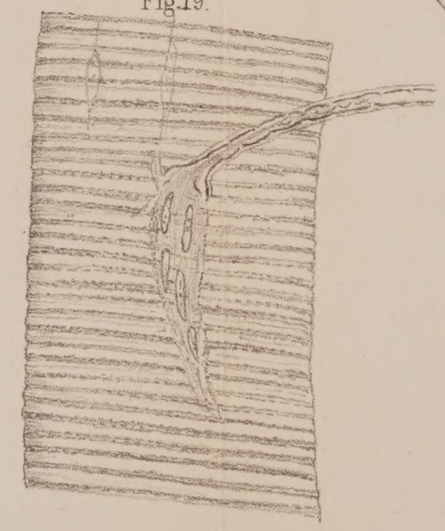
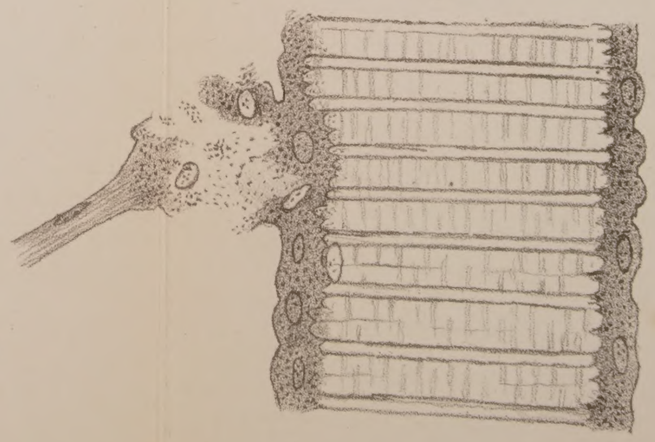



Fig 22.